



UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO
UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS PECUARIAS CON ÉNFASIS EN
REPRODUCCIÓN Y MEJORAMIENTO GENÉTICO

*"ESTUDIO DESCRIPTIVO DE ALGUNOS PARÁMETROS FISIOLÓGICOS DE
UN HATO DE LA RAZA FLECKVIEH SEGÚN SEXO BAJO LAS CONDICIONES
CLIMÁTICAS DEL TRÓPICO HÚMEDO PANAMEÑO."*

YASMÍN GARCÍA CASTILLO

4-751-906

ANGEL GÓMEZ BURKE

4-749-281

DAVID, CHIRIQUÍ

PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

2017

Reg 19/11/2018

B.R.A - F.C.A

Obsequio de los autores

035

2.2

“ESTUDIO DESCRIPTIVO DE ALGUNOS PARÁMETROS FISIOLÓGICOS DE UN HATO DE LA RAZA FLECKVIEH SEGÚN SEXO BAJO LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL TRÓPICO HÚMEDO PANAMEÑO.”

TESIS PRESENTADA COMO UNO DE LOS REQUISITOS PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS PECUARIAS CON ÉNFASIS EN REPRODUCCIÓN Y MEJORAMIENTO GENÉTICO

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO

PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEBE SER OBTENIDA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.

APROBADO:

ASESOR

PROF. Ing. PEDRO GUERRA M.

CO-ASESOR

PROF. Dr. REINALDO DE ARMAS

CO-ASESOR

PROF. GERARDO SANDOYA

DAVID, CHIRIQUÍ

PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

2017

AGRADECIMIENTO

“No temas, porque yo estoy contigo; no desmayes, porque Yo soy tu Dios; Yo te doy vigor; sí, yo te ayudaré, y siempre te sostendré con la diestra de mi justicia”.
Isaías 41:10

Le agradezco a Dios por permitirme culminar una meta más profesionalmente. A mi padre Ing. Erick García, mi madre Yasmini Castillo, así como a mi hija Elianys, mi hermano Erick García y a mi pareja Arnulfo Almengor, por ser mis mayores motivos de inspiración y ser quienes más me apoyaron en el desarrollo de la maestría.

A mi compañero Ángel Gómez Burke y a todos los profesores que de una u otra forma participaron en la formación de mi carrera; en especial, al co-asesor, Dr. Reinaldo De Armas por todo su apoyo, ayuda y colaboración; al asesor Ing. Pedro Guerra M. por estar siempre a disposición, anuente ante cualquier duda e incógnita, por su valiosa guía y asesoramiento en la realización de la misma.

A todos, muchas gracias.

Yasmín García Castillo

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme la oportunidad y la dicha de la vida, al brindarme los medios necesarios para continuar mi formación como profesional, y siendo un apoyo incondicional para lograrlo ya que sin él no hubiese podido.

A mi padre Ing. Erick García, a mi madre Yasmini Castillo, a mi hermano Erick García y a mi pareja Arnulfo Almengor, quienes en los momentos difíciles me brindaron apoyo, su voz de aliento, sabios consejos y la ayuda económica para culminar con éxito y a mi hija Elianys por ser mi motor para seguir cada día.

También, dedico este trabajo a la memoria de mi tío José García (Q.E.P.D) y al Dr. Jeremías Díaz (Q.E.P.D.), sé que este momento hubiese sido tan especial para ustedes como lo es para mí.

Yasmín García Castillo

AGRADECIMIENTO

✚ A Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos; además, de su infinita bondad y amor.

✚ A mis padres **Carmen y Ángel**, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

✚ A mi pareja **Aneth** ya mi hijo **Jasseth**, por estar conmigo en aquellos momentos en que el estudio y el trabajo ocuparon mi tiempo y esfuerzo. Gracias por toda su ayuda, apoyo, amor y comprensión.

✚ Al profesor **Reinaldo de Armasy** al profesor **Pedro Guerra** por compartir sus conocimientos conmigo, por su asesoría siempre dispuesta, por sus ideas y recomendaciones para así culminar con este proyecto de investigación.

ANGEL GÓMEZ BURKE

DEDICATORIA

✚ A mis padres, por su ejemplo de superación y valioso apoyo en todo momento desde el inicio de mis estudios de maestría hasta ahora.

✚ A mi pareja, por su apoyo incondicional, motivación y por ese optimismo que siempre me impulsó a seguir adelante.

ÁNGEL GÓMEZ BURKE

“ESTUDIO DESCRIPTIVO DE ALGUNOS PARÁMETROS FISIOLÓGICOS DE UN HATO DE LA RAZA FLECKVIEH BAJO LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL TRÓPICO HÚMEDO PANAMEÑO.”

Resumen

El objetivo de esta investigación fue estudiar descriptivamente algunos parámetros fisiológicos de un hato de la raza Fleckvieh según sexo bajo las condiciones climáticas del trópico húmedo panameño. Se registraron dos tipos de variables, una para caracterizar el medio micro climático, según el estado de tensión calórica (radiación solar directa, humedad relativa, temperatura ambiental), así como los de carácter fisiológico (temperatura rectal, temperatura tegumentaria, frecuencia cardíaca y frecuencia respiratoria) y largo de pelo. El estudio se realizó en meses de época seca y lluviosa; tuvo una duración de cinco meses (marzo, abril, mayo, junio y julio); la toma de datos cada quince días, dos mediciones por mes, haciendo un total de diez en los cinco meses. Los indicadores fisiológicos se tomaron entre las 7:00 a.m. – 10:00 a.m. y 2:00 p.m. – 5:00 p.m. El largo de pelo se tomó en el mes de septiembre. Los valores del índice temperatura humedad o ITH se estimaron para cada fecha y estuvieron en un rango de 65.41 a 81.31 en horas de la mañana y de 93.25 a 95.73 en horas de la tarde acuerdo a la época del año. Estos valores de ITH indican que los animales estuvieron en condiciones de estrés calórico en categorías de ligero a moderado durante las horas más tempranas del día. Mientras que en horas de la tarde los valores del ITH fueron severos debido al aumento de la temperatura ambiental y una humedad relativa sumamente elevada, los valores oscilaron. La temperatura rectal resultó afectada significativamente ($p < 0.01$) en relación al índice de temperatura ambiental y humedad relativa (ITH), al igual que con el sexo del animal siendo también altamente significativa ($p < 0.01$). Estos rangos nos indicaron que en horas de la tarde los animales están bajo un estrés calórico severo (12:00 medio día hasta las 4:00 de la tarde). Se evidenció una relación ($p < 0.01$) significativamente entre el sexo y la alteración en

las constantes fisiológicas. Según los datos obtenidos, la temperatura tegumentaria fue superior en los animales machos (37.92°C) en comparación con las animales hembras (36.42°C). En ambos casos, se encontraban dentro de los rangos normales. Los animales machos presentaron un mayor grado de estrés en comparación con las animales hembras en cuanto a la temperatura rectal y frecuencias cardíaca respiratoria, que a nuestro criterio se debe al grosor de piel y la acumulación de grasa a nivel intradérmico; lo que, a su vez, dificulta la disipación calórica y aumenta la retención de calor, por lo que se podían apreciar más estresados durante las horas de mayor temperatura del día.

Palabras claves: Fleckvieh, estrés fisiológico, temperatura, frecuencia respiratoria.

"DESCRIPTIVE STUDY OF SOME PHYSIOLOGICAL PARAMETERS FROM A FLECKVIEH HERD BY SEX UNDER PANAMENIAN TROPICAL RAIN FOREST CONDITIONS."

Summary

The objective of this intervention was to descriptively study some physiological parameters from a Fleckvieh herd by sex under panamenian tropical rain forest conditions under panamenian tropical rain forest conditions. Two types of variables were used to characterize the micro-climatic environment according to the state of caloric tension (direct solar radiation, relative humidity, ambient temperature), as well as physiological ones (rectal temperature, integument temperature, heartrate and frequency Respiratory) and longhair. The study was carried out in the dry and rainy months, lasting six months (March, April, May, June and July) taking data every fifteen days with a total of two measurements per month, making a Total of ten in the five months. Whose physiological indications were taken between 7:00 am - 10:00 am and 2:00 pm - 5:00 pm. The length of hair was taken in the month of September. The ITH values were estimated for each data collection date and ranged from 65.41 to 81.31 in the morning and from 93.25 to 95.73 in the afternoon according to the time of year. These ITH values indicate that the animals were in heat stress conditions in light to moderate categories during the earlies thours of the day. While in the afternoon the ITH values were severe due to the increase in ambient temperature and an extreme high relative humidity, the values oscillated. Rectal temperature was significantly affected in ($p < 0.01$) correlation to the ambient temperature and relative humidity index (ITH) as well as for the sex of the animal being also highly significant ($p < 0.01$). Late the animals are under severe stress in hours ranging from 12:00 to 4:00 pm. There was a significant relationship ($p < 0.01$) between sex and alteration physiological constants. According to the data obtained the tegumentary temperature is higher in male animals (37.92 C) than that found in female animals (36.42 c). Both are within the normal ranges. Male animals have

a higher degree of stress compared to female animals in terms of rectal temperature, integument temperature and heart and respiratory frequencies due to their larger skin thickness and hair length, which makes them more stress edduring Hours of higher day time temperature.

Key words: Fleckvieh, physiological stress, temperature, respiratory frequency.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Agradecimiento

Dedicatoria

Resumen

Abstract

Índice de contenido.....xi

Índice de cuadros.....xiv

Índice de figuras.....xv

Índice de gráficas.....xvi

Índice de anexos.....xvii

Introducción 19

1.1 Planteamiento del problema a investigar 21

1.2 Antecedentes 23

1.3 Justificación 27

1.4 Objetivos 28

1.4.1 General 28

1.4.2 Específicos 28

1.5 Hipótesis 29

1.6 Alcances y limitaciones del estudio 30

1.6.1 Alcances 30

1.6.2 Limitaciones 30

II. Revisión Literaria 31

2.1.	Características de la raza Fleckvieh – Simmental	31
2.2	Valor económico de Crías Fleckvieh	33
2.3	Comprobación de producción de la raza Fleckvieh	34
2.4	Características medioambientales de la región	36
2.5	Clasificación climática según A McKay (2000)	38
2.6	Adaptación y Bienestar	38
2.7	Medio físico (Hafez, 1973)	42
2.8	Adaptaciones morfológicas y anatómicas	43
2 8.1	Boca y Sistema Digestivo	43
2.8.2	Tegumento	44
2.8.2.1	Color de la piel y pelo	45
2.8.2.2	Grosor de la piel	46
2.8 2.3	Glándulas sudoríparas	46
2.8.2.4	Características del pelaje.....	48
2.8.2.5	Crecimiento del pelo	49
2.8.2.6	Muda del pelo	50
2.9	Factores climáticos de mayor importancia	51
2.9.1	Temperatura ambiental	51
2.9.2	Humedad relativa	51
2.9.3	Velocidad del viento	52
2.9.4	Radiación solar	52

2.9.5	Pluviosidad	53
2.9.6	Presión Atmosférica	53
2.10	Indicadores fisiológicos	54
2.10.1	Frecuencia Cardiaca	55
2.10.2	Frecuencia Respiratoria	55
2.10.3	Temperatura Corporal	56
2.10.4	Temperatura rectal	56
2.11	Respuesta de estrés	56
2.11.1	Indicadores fisiológicos de la respuesta de estrés ...	57
2.11.2	Producción de calor en el animal	61
2.12	Aspectos nutricionales en el trópico	61
2.13	Regulación fisiológica de la temperatura	63
III	Materiales Y Métodos	65
IV	Resultados Y Discusión	73
V	Conclusiones	100
VI.	Recomendaciones	101
VII.	Bibliografía Consultada Y De Referencia.....	102
VIII.	Anexos	108

Índice de cuadros

Cuadro 1. Constantes fisiológicas de los bovinos de carne.....	55
Cuadro 2. Índice de temperatura y humedad relativa en los días de muestreo en el Área De Investigación.....	74
Cuadro 3. Duración y frecuencia de exposición.....	75
Cuadro 4. Rangos de Índice temperatura humedad.....	77
Cuadro 5. Análisis de varianza para Fc, Fr, Tr, en la mañana	78
Cuadro 6. Análisis de varianza para Fc, Fr, Tr, en la tarde	79
Cuadro 7. Frecuencia cardíaca en bovinos	88
Cuadro 8. Largo de pelo promedio en hembras y machos en la raza Fleckvieh..	95

Índice de figuras

Figura 1. Ejemplar Raza Fleckvieh – Simmental.....	31
Figura 2. Ejemplares Raza Fleckvieh – Simmental en pastoreo.....	41
Figura 3. Hipotálamo.....	59
Figura 4. Sistema Hipotálamo- Hipofisiario.....	61

Índice de gráficas

Gráfica 1. Índice de temperatura humedad	73
Gráfica 2. Niveles de estrés por índice temperatura humedad.....	74
Gráfica 3. Temperatura rectal de la mañana em hembras y machos	80
Gráfica 4. Temperatura rectal de la tarde em hembras y machos.....	81
Gráfica 5. Temperatura tegumentaria de la mañana em hembras y machos....	83
Gráfica 6. Temperatura tegumentaria de la tarde em hembras y machos.....	84
Gráfica 7. Frecuencia cardíaca de la mañana en hembras y machos.....	87
Gráfica 8. Frecuencia cardíaca de la tarde en hembras y machos.....	89
Gráfica 9. Frecuencia respiratoria de la mañana en hembras y machos.....	90
Gráfica 10. Frecuencia respiratória de la tarde en hembras y machos.....	92

Índice de anexos

Anexo 1. Pesaje de los animales	108
Anexo 2. Grosor de la piel.....	109
Anexo 3. Toma de frecuencia cardiaca y frecuencia respiratoria.....	110
Anexo 4. Toma de temperatura tegumentaria.....	111
Anexo 5. Toma temperatura rectal.....	112
Anexo 6. Largo de pelo.....	113

I. INTRODUCCIÓN

La actividad ganadera es importante en el país, De Armas (2014), señala que sus actores cada día se esmeran en mejorar la genética de sus hatos, ya sea para carne o leche, con la finalidad de incrementar la productividad. El sistema actual de producción Doble Propósito representa el 60% de la ganadería lechera en Panamá. La ganadería Doble Propósito está circunscrita a los cruces de ganado Brahman (*Bos indicus*, llamado de Carne), el cual tiene bajos rendimientos en canal y poca precocidad, con ganado Holstein o Pardo Suizo (*Bos taurus*, de leche). Estos animales son producidos o comprados y trasladados a las áreas de bajura, en donde es mayoritaria este tipo de sistema de producción "Doble Propósito"; pues no es eficiente ni en producción de leche y menos en la de carne, a pesar de la gran cantidad de productores involucrados en la misma. En esencia, es un ganado criado con el fin de producir carne y leche simultáneamente; sin llegar a especializarse en ninguna de las dos funciones. Por esta razón, planteamos que las características para los bovinos Doble Propósito son una conformación intermedia entre el biotipo para carne y el biotipo para leche.

De Armas (2014), menciona que con una raza doble propósito se puede reducir la cantidad de estiércol y, por lo tanto, también, la cantidad de sustancias dañinas para el medio ambiente. Además, disminuir la cantidad de animales reduciría las áreas necesarias para pastoreo y disminuiría la tala y quema de árboles, lo que llevaría también a una reducción de las emisiones de CO₂ y Metano.

Por todo esto, pensamos que para obtener los mejores rendimientos en carne y

hembras de buen potencial lechero con total adaptación al trópico, creemos que la mejor opción es usar Fleckvieh puro con Cebuínas y, principalmente, con la raza Gyr, por ser tan rústica, de buen tamaño, fértil y, además, muy lechera; de este modo se podrá obtener productos verdaderamente doble propósito. A veces, se confunde este concepto con animales lecheros adaptados al trópico, pero no son cárnicos o viceversa.

La influencia del clima en la producción bovina ha sido reconocida y demostrada desde hace muchas décadas (Jhonson, 1987). Los bovinos de carne y leche sufren una serie de ajustes ante cambios ambientales, tales como se dan en el trópico.

El medio ambiente tiene un efecto marcado sobre la fisiología, comportamiento y salud del animal. Estos efectos son de gran importancia para el buen desempeño productivo y reproductivo del animal (Bavera y Berguet, 2003)

El desarrollo de la presente investigación se justificó en base a que no se había realizado un trabajo sobre la capacidad de adaptación de los animales de la raza Fleckvieh- Simmental. La Universidad, como ente de producción y generación constante de información, busca brindar una respuesta a la comunidad ofreciendo una opción rentable para incrementar la producción ganadera nacional. La investigación se llevó a cabo en el área de cría y ceba de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, el cual se encuentra ubicado en el corregimiento de Chiriquí. En este trabajo de investigación se utilizaron 20 animales de la raza Fleckvieh- Simmental. Se tomaron dos tipos de variables, una para caracterizar el medio micro climático según el estado de tensión calórica

(radiación solar directa, humedad relativa, temperatura ambiental), y la otra, los de carácter fisiológico (temperatura rectal, frecuencia cardíaca y frecuencia respiratoria) y largo de pelo.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el trópico, las razas tolerantes al calor son de pobre producción, porque la tolerancia al calor implica una baja producción. En países del trópico se han estado utilizando dos estrategias para mejorar la eficiencia bio-económica de estos sistemas de producción. Una es la utilización de razas bovinas que están genéticamente adaptadas al ambiente local (razas sintéticas, criollas y *Bos indicus*) y la segunda estrategia es alterar el ambiente para reducir la magnitud del estrés calórico y permitir que el ganado exprese su máximo potencial genético (Guerra et, al., 2009).

El sistema actual de producción doble propósito representa el 60% de la ganadería lechera en Panamá; pero este presenta un enfoque de mejoramiento con animales cebuínos de baja producción o con cruces entre ganado lechero de origen europeo con una baja adaptación al ambiente tropical húmedo predominante en el territorio nacional (Guerra et, al., 2004).

La actividad ganadera en Centroamérica ha convertido a la raza Simmental en un excelente potencial comercial dada sus características de fertilidad, longevidad, temperamento, calidad de la leche, precocidad, habilidad materna y rápido crecimiento; la raza Simgyr, que en otras palabras es el resultado del cruce entre la raza Fleckvieh (Simmental) y Gyr, ofrece un buen trabajo de mejoramiento genético gracias a sus bondades como: tolerancia al calor, resistencia a enfermedades y parásitos, habilidad para pastoreo y facilidad de parto (Jhonson, H. 1987). La producción lechera local se mantiene en 200 millones de litro al año,

mientras que el consumo en Panamá Desde 300 litros, un déficit de 100 millones de litros al año. De acuerdo a datos del Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA), este fenómeno se debe en parte, a que solo el 40% son las que están produciendo la totalidad del alimento. Además, durante la reciente época de sequía se vendieron y sacrificaron un gran número de vacas.

En Panamá, no se había realizado un estudio descriptivo de algunas constantes fisiológicas de un hato de la raza Fleckvieh según sexo bajo las condiciones del trópico húmedo panameño en la Facultad de Ciencias Agropecuarias y esta raza ha demostrado en Europa una alta rusticidad y buena aptitud doble. Por esta razón, se requiere evaluar esta raza para que sirva como referencia para productores que cada día se esmeran para mejorar la genética de sus hatos, ya sea de leche o carne, utilizando cruzamiento con líneas puras con la finalidad de incrementar la producción ganadera nacional; puesto que, a nuestro criterio, lo primordial para los sistemas doble propósito en Panamá es la herramienta(animal),que realmente responde a una estrategia de producción tanto de leche como de carne, lo cual señala a la raza Fleckvieh como una alternativa para realizar nuevos cruzamientos o utilizarla en condiciones favorables para su explotación.

1.2. ANTECEDENTES

Los primeros bovinos llegaron a Panamá procedentes de España, a finales del siglo XVI, se utilizaron en labores agrícolas y de acarreo; además, se convirtieron en fuente de proteína animal para la población (Vargas et, al., 2011).

La ganadería panameña, tanto carne como leche, se desarrolla mayormente en las áreas de sabanas extendidas sobre la vertiente del Pacífico, la de mayor extensión y más apropiada topografía para esta actividad (Samudio, 2012).

El trópico húmedo durante la época seca representa el período durante el cual el medio físico y las condiciones climatológicas presentan en conjunto, la combinación de la temperatura ambiental, humedad relativa, radiación solar directa e indirecta, nubosidad y vientos, determinando la condición térmica ambiental capaz de ejercer la influencia directa y negativa que altera la fisiología inmediata (Araúz, et, al., 2015).

La raza Fleckvieh es de las llamadas doble propósito en Europa, tiene sus orígenes en la Edad Media en las montañas de Berna en Suiza, en la zona llamada precisamente Simmental, que era conocida por su ganado manchado de buen desarrollo. Era, incluso, conocido por ser triple propósito: leche, carne y tiro. Hoy, el ganado Fleckvieh es una o tal vez la mejor raza doble propósito, produciendo leche y carne con igual énfasis. Sin embargo, su principal argumento es ser la más fértil entre las razas.

Entre las bondades de la raza están capacidad de adaptación, índice de fertilidad y precocidad, doble propósito, longevidad, docilidad (García, 2012).

El Simmental está entre las razas de ganado más antiguas y con mayor difusión en todo el mundo. Aunque el primer rebaño se estableció en el distrito suizo de Verne en 1806, existe la evidencia registrada de ganado Simmental rojo y blanco que se estableció mucho antes en la región eclesiástica y secular de Suiza Occidental.

Estos animales rojos y blancos eran muy buscados debido a su "rápido desarrollo de crecimiento; la producción excelente de leche, mantequilla, queso; y para el uso como animales de tiro". Este ganado era conocido por su estatura imponente y la excelente calidad lechera.

Con su origen en Suiza, la raza se ha extendido a los seis continentes. Se estiman un número total a nivel mundial entre 40 y 60 millones de ganado de Simmental. Más de la mitad de éstos está en Europa. La difusión fue gradual hasta finales de 1960. Los archivos muestran que los primeros 1400 animales se exportaron a Italia. Durante el siglo XIX, el Simmental se difundió a través de la mayor parte de Europa Oriental, los Balcanes, y Rusia; extendiéndose, finalmente, al Sur de África en el año de 1895 Guatemala importó los primeros Simmental en el hemisferio occidental en 1897, siguiendo Brasil en 1918 y Argentina en 1922.

Hay varias fuentes que indican que el ganado Simmental llegó a los Estados Unidos antes del inicio del siglo XX. Se informa de ganado Simmental en Illinois en 1887, otras fuentes indican que New Jersey y Nueva York en 1895 y Nuevo

México alrededor del 1916 a 1920.

Esas importaciones tempranas no capturaron la atención del ganadero americano y la influencia de Simmental se fue extinguiendo hasta los finales de 1960.

Esta raza hizo su más reciente aparición en América del Norte cuando un canadiense, de nombre Travers Smith, importó el toro afamado "Parisien" de Francia en 1967. Se introdujo semen en los Estados Unidos ese mismo año, naciendo el primer becerro Simmental media-sangre en febrero de 1968. La Asociación de Simmental americana se formó en octubre de 1968. Simmental se extendió a Gran Bretaña, Irlanda, y Noruega en 1970 y a Suecia y otros países del Norte de Europa al poco tiempo de estos. El primer toro de raza pura a los Estados Unidos en 1971 y Australia recibió semen de Simmental y animales vivos en 1972. La Federación de Simmental Mundial se formó en 1974.

La raza es conocida por una variedad de nombres y siendo "Fleckvieh" en Alemania, "PieRouge", "Montbeliard", y "Abondance" en Francia; y "la Peseta Rosa" en Italia. El nombre de Simmental se deriva de su situación original, el Valle de Simme de Suiza. Y del alemán, Thal o Tal que quiere decir valle, siendo literalmente su nombre "Valle de Simme."

El crecimiento asombroso de ganado Simmental en América del Norte es una reflexión de lo que ya ha ocurrido en la mayoría de los países agrícolas del mundo. Actualmente, la Asociación de Simmental americana registra anualmente aproximadamente 80,000 cabezas de ganado Simmental y Herdbooks de Simbrah. La Asociación figura entre las cuatro más importantes asociaciones de razas de carne americanas en registros anuales.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de la presente investigación se justificó en base a que no se había realizado un estudio descriptivo de algunas constantes fisiológicas de un hato de la raza Fleckvieh según sexo bajo las condiciones del trópico húmedo panameño. En la Facultad de Ciencias Agropecuarias, ni se encuentra otro tipo de estudio sobre esta raza en el país.

La Universidad de Panamá ha logrado muy buena reputación en la producción de ganado Simbrah (Simmental 5/8 x Brahman 3/8), con el empleo de las técnicas de biotecnología de la reproducción (inseminación artificial, transferencia de embriones y, últimamente, trabaja en el desarrollo de la técnica de FIV, con la creación de un moderno laboratorio en la sede de la Facultad de Ciencias Agropecuarias en Chiriquí).

La raza Fleckvieh es valorada en programas de cruzamientos para la obtención de descendientes debido a la selección realizada en líneas puras con alto fitness y en producción y las características le permiten adaptarse a condiciones y es muy adecuada para el aprovechamiento de la capacidad de producción de leche y carne, en el aprovechamiento de los efectos de heterosis o vigor híbrido en sistemas de cruzamiento. En los cruces entre razas combina las ventajas de la raza Fleckvieh en cuanto longevidad, tolerancia al calor y resistencia a las enfermedades, altos incrementos diarios de peso de los terneros, junto con una mejor calidad de la carne y leche.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. General

- Estudiar descriptivamente algunas constantes fisiológicas de un hato de la raza Fleckvieh según sexo bajo las condiciones del trópico húmedo panameño.

1.4.2. Específicos

- Estudiar el efecto del índice temperatura humedad o ITH y sexo del animal sobre los indicadores fisiológicos temperatura rectal, temperatura tegumentaria, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria en horas de la mañana y la tarde, bajo condiciones del trópico húmedo panameño.
- Identificar la influencia del sexo, grosor de la piel y el largo de pelo sobre las constantes fisiológicas y su alteración en horas del día.

1.5. HIPÓTESIS

- **H_a:** Estudiar el efecto del índice temperatura humedad o ITH y sexo del animal sobre los indicadores fisiológicos temperatura rectal, temperatura tegumentaria, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria en horas de la mañana y la tarde, bajo condiciones del trópico húmedo panameño.
- **H_o:** No existe efecto del índice temperatura humedad o ITH y sexo del animal sobre los indicadores fisiológicos temperatura rectal, temperatura tegumentaria, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria en horas de la mañana y la tarde, bajo condiciones del trópico húmedo panameño.
- **H_a:** Identificar la influencia del sexo, grosor de la piel y el largo de pelo sobre las constantes fisiológicas y su alteración en horas del día.
- **H_o:** No hay relación en la influencia del sexo, grosor de la piel y el largo de pelo sobre las constantes fisiológicas y su alteración en horas del día.

1.6. ALCANCES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

1.6.1 ALCANCES

- Estudiar descriptivamente algunas constantes fisiológicas de un hato de la raza Fleckvieh según sexo bajo las condiciones del trópico húmedo panameño.

1.6.2 LIMITACIONES

- El estudio se limita a una sola raza bovina (Fleckvieh- Simmental). En la Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Duración de seis meses.
- En meses de época seca y lluviosa.

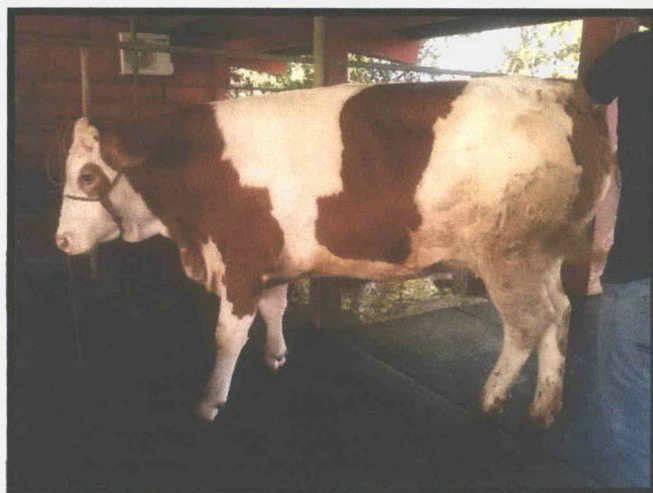
II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Características de la raza Fleckvieh – Simmental

La raza Fleckvieh se adapta a las diferentes condiciones ambientales y es muy adecuada con la naturaleza y las personas para el aprovechamiento de la producción de leche y carne.

Esta se destaca de modo óptimo en el aprovechamiento de los efectos de heterosis o vigor híbrido en los cruces con razas indicas para producir carne o leche.

FIGURA 1. EJEMPLAR RAZA FLECKVIEH



Fuente: García, Gómez 2015

La raza Fleckvieh se destaca mucho en la producción de leche y muestra lactancia persistente y de alta producción. Además, es un animal con mucha armonía y salud, con una musculación necesaria de lomos y ancas. Las proporciones corporales armonizan en posición y movimiento. Los animales Fleckvieh se distinguen por tener aplomos estables. (Wolf, 2007)

Una vaca madura Fleckvieh muestra una altura en la grupa de 140 a 150 cm. y un perímetro torácico de 210 a 240 cm. con un peso de 650 a 850 kg. La pelvis es ancha y ligeramente caída. La ubre es firme y tiene el piso muy alto que incluso después de varias lactancias aún está por encima del corvejón.

Leche: El manejo, las condiciones naturales y la intensidad de alimentación darán rendimientos promedio de 7.000 kg de leche con 4,2 % de grasa y 3,7 % de proteína, pero igualmente se logran niveles de rendimiento de más de 10.000 kg de leche por lactancia. La producción anual de leche aumenta hasta la quinta lactancia. Una particularidad singular de la raza es la alta posición en la sanidad de la ubre con un recuento celular medio menor de 180.000 células somáticas en todas las lactancias.

Carne: Los terneros de crecimiento logrado se destacan por un engorde con éxito y son una importante aportación adicional para los productores especializados en leche. En la ceba intensiva de toros jóvenes se logran aumentos diarios medios de más de 1.300 g. con una edad en el momento del sacrificio de 16 a 18 meses y dan un rendimiento en canal del 57 al 60% (Wolf, 2007).

Los terneros en crecimiento se destacan por un engorde con éxito y son una importante aportación adicional para los productores especializados en leche (Wolf, 2007). En la ceba intensiva de toros jóvenes se logran aumentos diarios medios de más de g. con una edad en el momento del sacrificio de 16 a 18 meses. Las vacas para sacrificio tienen un peso de 350 a 450 kg. Las canales se sitúan de modo predominante en las clases comerciales U y R y muestran una cobertura grasa media y un excelente marmoleo (Berchtold, 2007)

2.2. Valor económico de Crías Fleckvieh

La selección en la reproducción del ganado se limitaba anteriormente, en gran medida, a la medición de la producción típica para leche y carne, así como en la Conformación externa. En 1997, se aplicó el valor total de cría para toros y desde el 2002 se aplicó dicho valor en Alemania y Austria como criterio primario de selección para toros y vacas. El objetivo de la cría se definió mediante el valor económico total de cría (VTC). Las características de leche, carne y desempeño se hallan en una relación económica equilibrada. Las características notables son, por analogía, su significado económico y el peso en el nivel de empresa. Se aseguró una mejora de la cantidad de proteína y del desempeño, por ejemplo, de animales más saludables manteniendo la producción de carne, así como un incremento de la producción total. El objetivo es una larga vida útil (longevidad) con un objetivo de producción total media de kg de leche (Berchtold, 2007).

A finales de 2006 se ajustó de nuevo el valor total genético. El nuevo valor se estableció en los siguientes criterios de decisión: Valor genético total de la raza Fleckvieh alemán Fitness 44%, facilidad de ordeño 2%, leche 38%, carne 16%, vida útil - longevidad 13.4%, fertilidad 6.8%, células somáticas 9.7%, desarrollo de partos 3.7%, mortalidad 8.1%, persistencia 2.0%, grasa kg 4.4%, proteína kg 33.4%, engorde neto 7.3%, rendimiento en canal 4.6%, clasificación 4.6% (Berchtold, 2007).

2.3. Comprobación de producción de la raza Fleckvieh

El principal requisito para la estimación fiable del valor genético son las organizaciones independientes bien organizadas para la comprobación de la producción, las asociaciones organizadas de criadores y las estaciones de inseminación competentes. Estas asociaciones de control de producción actúan según normas internacionales (Métodos ICAR). Los resultados de la comprobación de producción son el fundamento para la estimación del valor genético. (Wolf, 2007)

Aproximadamente, 3.4 de todas las vacas Fleckvieh alemanas, están en la medición oficial de la producción de leche. Adicionalmente, se valoran las más importantes características de rendimiento lácteo: cantidad de leche, contenido de grasa y contenido de proteínas en el marco de las pruebas rutinarias; también, se miden datos para aumentar las características funcionales: el contenido parcial de células somáticas como criterio de la sanidad de la ubre, la facilidad de ordeño se

mide por medio del registro automático en el Laktocorder, la facilidad de parto y el índice de fetos muertos.

La fertilidad se mide con la comparación de datos de inseminación. La comprobación de las características de producción de carne (incremento neto, rendimiento en canal, clasificación comercial) es irrenunciable para la raza Fleckvieh doble propósito. Mediante diferentes procedimientos de prueba se reúnen datos y resultados, para la estimación del valor genético se obtiene el Valor cárnico. El material de datos amplio se obtiene, entre otros, de la prueba de progenie del campo, y de las informaciones de numerosos mataderos para su aplicación. Los datos para la estimación del valor genético del tipo se basan en la descripción y valoración lineales de las hijas en la prueba y de animales de la misma edad en la primera lactancia en los hatos, bajo la prueba láctea de producción.

La elección es al azar e independiente y se realiza mediante centros especializados en el cálculo. La descripción lineal se elabora, mayoritariamente, mediante profesionales independientes. Se describen diecinueve observaciones lineales, así como particularidades, defectos y notas para las cuatro características principales: estructura, musculación, aplomos y ubre. Todo el valor genético se expresa como perfil del Tipo de los toros probados en forma de diagramas de tabla.

2.4. Características medioambientales de la región

Panamá, geográficamente, se encuentra dentro del hemisferio noroccidental. Latitud norte: 7°12' a 9°39' - Longitud oeste: 77°10' a 83°03', y a su vez, se localiza dentro de la Zona Intertropical. Uno de los factores básicos en la definición del clima panameño es la orografía. El relieve no sólo afecta el régimen térmico, que produce disminución de la temperatura del aire con la elevación; sino que, afecta la circulación atmosférica de la región. Las grandes masas oceánicas del Atlántico y Pacífico son las principales fuentes de humedad en la atmósfera y debido a lo angosto de la franja que separa estos océanos, el clima panameño tiene una gran influencia marítima.

La interacción (océano-atmósfera) determina las propiedades de calor y humedad que caracterizan las masas de aire que circulan entre ambos océanos.

Meteorología: El Anticiclón Semipermanente del Atlántico-Norte caracteriza las condiciones climáticas del país, ya que desde este sistema se generan los vientos alisios del nordeste que, en las capas bajas de la atmósfera, llegan al país y determinan sensiblemente el clima de la República. Existe una zona de confluencia de los vientos alisios de ambos hemisferios (norte y sur), que afecta el clima de los lugares que caen bajo su influencia y que para el país tiene particular importancia: la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), se desplaza en función del movimiento aparente del sol a lo largo del año. Esta migración norte-sur y viceversa de la ZCIT produce dos temporadas (seca y lluviosa),

características de la mayor parte de nuestro territorio.

Por su posición geográfica, cercana a la línea del Ecuador, Panamá presenta condiciones térmicas y pluviométricas muy similares durante todo el año y dada su reducida superficie, no se encuentran diferencias significativas entre una región y otra. Se caracteriza por poseer un clima tropical, cálido y húmedo, con temperaturas elevadas durante todo el año, para alcanzar una media de 27 °C. Se han identificado dos estaciones: la lluviosa y la seca. La primera es más extensa, abarca desde finales de abril hasta noviembre. Por su parte, la estación seca se extiende desde diciembre hasta marzo-abril y su característica es la presencia de vientos alisios. En la costa del Caribe, las precipitaciones anuales alcanzan los 3,500 mm; en tanto que, en el litoral del Pacífico, los 2,300 mm, aproximadamente (Etesa, 2015)

El clima tropical que posee Panamá incrementa la estabilidad de las condiciones ambientales, la variedad de los ecosistemas y permite la especialización de las especies, para generar nichos ecológicos más estables. Al estar Panamá muy cerca de la línea ecuatorial y poseer un clima tropical, el país está conformado por abundantes bosques tropicales, así como por una gran riqueza de especies, muchas de ellas endémicas, tanto de fauna como de flora.

2.5. Clasificación climática según A. McKay (2000).

Luego de una exhaustiva revisión a todas las tipologías climáticas propuestas para Panamá desde 1920, el ilustre geógrafo e historiador panameño Dr. Alberto A. McKay identificó una serie de inconsistencias en los diferentes tipos de climas

asignados al país, lo que llevó al catedrático a analizar, corregir y adaptar, a las condiciones ambientales reales de Panamá, las clasificaciones climáticas anteriormente establecidas.

El clima subecuatorial con estación seca presenta como el clima de mayor extensión en Panamá. Es cálido, con promedios anuales de temperatura de 26.5 a 27.5 °C en las tierras bajas (< 20 msnm), en tanto que para las tierras altas (aprox. 1,000 m) la temperatura puede llegar a 20°C. Los niveles de precipitación son elevados, cercanos o superiores a los 2,500 mm, alcanza los 3,519 mm en Remedios. El clima es de estación seca corta y acentuada con tres a cuatro meses de duración.

2.6. Adaptación y Bienestar

El bienestar animal también incluye un abordaje genético. Aspectos genéticos inherentes a la raza, su resistencia y predisposición a patologías; así como características del pelaje y la piel son elementos importantes al momento de ensamblar al animal que interactúe de manera armónica con el ambiente. Pudiera entonces afirmarse que las mejoras en materia de bienestar animal comienzan por la obtención de animales adaptados. Las características del ambiente tropical no favorecen el confort ni la expresión del potencial genético del animal para la producción (Hafez, 1973).

Probablemente, el bienestar comienza por la obtención de animales adaptados. En consecuencia, y con especial referencia a las regiones tropicales, debe

prestarse especial atención a los cruzamientos que se practiquen. En este sentido, el cruzamiento dirigido resulta una herramienta importante para mejorar los indicadores de eficiencia y productividad; por cuanto, su objetivo primordial es lograr una relación armónica entre el genotipo y el ambiente. Estudios australianos muestran que las características productivas y adaptativas son en general genéticamente independientes. Por tanto, es posible mejorar en paralelo la producción y la adaptación (Burrow y Prayaga, 2004).

Los animales adaptados tienen habilidades para consumir grandes cantidades de alimento de pobre calidad y sacarle el mayor provecho debido a su capacidad eficiente de digerirlo. Requieren bajas cantidades de agua, debido a su habilidad de retener alimento y agua en el intestino grueso. Por último y no por eso menos importante, poseen resistencia a garrapatas, insectos y algunas enfermedades (Wilson, 2009). Los animales nativos y adaptados al trópico poseen características que les permiten tolerar las condiciones adversas imperantes. Entre estas características se identifican: baja tasa metabólica, mayor número de glándulas sudoríparas por superficie, pelo corto y de colores claros. Tales características adaptativas se observan en razas como Senepol (Olson et al., 2003), Holstein de pelo corto (Dikmen et al., 2008), Criollo Limonero (Montero-Urdaneta et al., 2008; LandaetaHernández et al., 2011), como en Santa Gertrudis y Droughmaster (Wilson, 2009).

El uso de razas genéticamente adaptadas (Senepol, Bonsmara, Carora, etc.) o cruces entre razas *Bos taurus* europeas con *Bos indicus* son útiles en áreas donde hay escasez de alimentos de alta calidad y los precios de los productos (leche o

carne) son bajos o donde factores ambientales o económicos hacen que las utilizaciones de razas europeas sean imprácticas (Hansen y Aréchiga, 1999; Madalena y col., 1990).

Los sistemas de cría y ceba de Panamá, según una investigación de Guerra y col. (2008), se desarrollan en el trópico húmedo y en pastoreo bajo condiciones de extrema deforestación (ver figura 2). Estas condiciones producen estrés calórico (fuerzas externas al animal homeotérmico que actúan para desplazar la temperatura corporal de su estado en reposo), altera el comportamiento fisiológico (funciones celulares) y comportamiento del animal (reproducción y producción).

FIGURA 2. EJEMPLARES RAZA FLECKVIEH – SIMMENTAL EN PASTOREO



Fuente: García y Gómez, 2015.

Guerra y col. (2004) menciona que el problema de la producción animal en el trópico es que las razas tolerantes al calor son de pobre producción, porque la tolerancia al calor implica una baja producción de calor (i.e. baja producción). En países del trópico y sub-trópico, dos estrategias se han estado utilizando para mejorar la eficiencia bio-económica de estos sistemas de producción. Una es la utilización de razas bovinas que están genéticamente adaptadas al ambiente local (razas sintéticas, criollas y *Bos indicus*) y la segunda estrategia es alterar el ambiente para reducir la magnitud del estrés calórico y permitir que el ganado exprese su máximo potencial genético.

2.7. Medio físico (Hafez, 1973)

Los animales tienen cierta movilidad y pueden responder a las condiciones climáticas desfavorables desplazándose, ya sea alejándose o acercándose del lugar soleado o de la sombra o para hallar protección, contra los cálidos vientos del verano.

Se define al clima como promedio a largo plazo de determinados factores meteorológicos, tales como precipitación pluvial, temperatura, humedad, irradiación solar y vientos. El estado del tiempo o simplemente “tiempo” se define como los valores instantáneos de estos factores meteorológicos.

Microclima se refiere al clima de un espacio menor o de la vecindad inmediata al animal y la planta (Hafez, 1973).

La energía es la fuente de toda vida y movimiento. La física la define como capacidad para realizar un trabajo. Todos los procesos vitales, por sí mismos, implican, de una manera u otra, el gasto de energía mediante trabajo. Si un organismo saca de su medio más energía que la que gasta se calentará. Este proceso no puede durar indefinidamente ya que el organismo alcanzaría una temperatura demasiado alta y perecería. El proceso inverso no puede tolerar demasiado tiempo, puesto que una gran pérdida de energía enfriaría el organismo por bajo la temperatura de supervivencia.

2.8. Adaptaciones morfológicas y anatómicas

Los animales domésticos como menciona Hafez (1973), se encuentran en una gran variedad de medios a los que se han adaptado mediante selección natural o artificial. Por tal motivo, existe una gran diversidad de genotipos y fenotipos, tanto entre poblaciones y subpoblaciones, como dentro de ellas.

Las adaptaciones estructurales a los medios térmicos son las más pronunciadas, como lo demuestran la conformación, el tamaño y las proporciones del cuerpo, las propiedades aislantes del pelo y plumas, la calidad de reflexión del pelaje, la distribución del tejido adiposo, la estructura del tubo digestivo, e inclusive la estructura de órganos, tales como los dientes y la boca. Otros ejemplos específicos más de adaptaciones son las extremidades, alas, distancia entre hombros, adaptaciones para nadar, entre otras.

2.8.1. Boca y Sistema Digestivo

La estructura de la boca deja ver una de las mayores adaptaciones morfológicas de los animales. La vaca ha desarrollado una lengua larga, fuerte, y móvil de textura áspera, para ayudarse a reunir forraje.

En el tubo digestivo se encuentran presentes adaptaciones para resistir fluctuaciones en el abastecimiento de alimento y agua. Los ungulados domésticos son herbívoros adaptados para que puedan alimentarse de vegetación rala y áspera. Su tubo digestivo le permite recoger hierba durante las horas más

favorables del día y rumian a placer, condición que es placentera para muchos animales (Hafez, 1973).

2.8.2. Tegumento

Izquierdo (2007), describe que la piel está compuesta por la epidermis, la dermis o corion, los folículos pilosos, las glándulas sudoríparas y sebáceas, los derivados córneos como las uñas, pezuñas, cascos, cuernos, etc., así como, una gran variedad de glándulas cutáneas especializadas. Esta estructura corresponde a una superficie libre externa, y sus derivados proceden del epitelio de revestimiento denominado epidermis. El tejido conjuntivo laxo que relaciona la piel con la fascia subyacente y a los músculos esqueléticos se denomina tejido subcutáneo o hipodermis. Esta estructura no pertenece a la piel pero guarda mucha relación con esta y tiene importancia práctica en la medicina veterinaria debido a la estructura de este tejido, suele acumularse gran cantidad de líquido (edema); sobre todo, en las regiones declives del animal, como en la región subglosiana, alrededor de la glándula mamaria y región ventral pectoral; también, por estas características se pueden administrar relativa cantidad de medicamentos e inclusive hasta hidratar a los animales en caso de deshidratación, es una vía muy usada para administrar medicamentos. Este tejido consta de fibras colágenas y elásticas laxamente dispuestas; además de células del tejido conjuntivo y grandes espacios, todo permite la flexibilidad de la piel a los movimientos de desplazamiento sobre las estructuras subyacentes.

2.8.2.1. Color de la piel y pelo

Las conocidas variaciones del color de los animales están controladas genéticamente y son el resultado de modificaciones cuantitativas de la melanina. El grado de dicha pigmentación puede estar directamente asociado al clima; dicho con mayor exactitud, con la radiación solar, especialmente a grandes altitudes. Los animales que viven en regiones húmedas y cálidas presentan mayor pigmentación que los que se encuentran en zonas más frías y secas.

El pelo del color claro tal como blanco y crema refleja más alta proporción de calor, ondas infrarrojas, que el pelo rojo y negro respectivamente. Un pelaje blanco y liso va asociado a menor elevación de la temperatura y actividad enfriadora del cuerpo que un pelaje rizado y oscuro.

La pigmentación negra (melanina) de la piel absorbe totalmente la radiación ultravioleta eritematosa (quemadura del sol). La piel sin pigmentación es muy susceptible a las quemaduras del sol y sufrir daños por fotosensitividad. La combinación ideal es un pelaje blanco o crema sobrepuesto a piel negra; característica de la mayoría de las razas tropicales de bovinos y caballos. La mayoría de las razas de ganado vacuno desarrolladas en clima frío tienen piel rosada o pálida y pelo de matiz negro y rojo, contrastando con las razas tropicales que tienen piel oscura y pelo claro (Hafez, 1973).

2.8.2.2. Grosor de la piel

Según Hafez (1973) el grosor de la piel y de la capa papilar es menor durante el verano que durante el invierno; esto puede atribuirse a la acumulación de grasa subcutánea durante el invierno (ver anexo 2). Al parecer, la aclimatación al frío va acompañada de un aumento de grosor de la piel; puesto que, los animales expuestos a condiciones invernales acaban de dejar de temblar al disminuir el ritmo cardíaco y la temperatura cutánea.

El grosor de la piel varía según Barreto (2006), dependiendo la especie y según el sitio del cuerpo donde esté ubicada. La piel de los bovinos y porcinos es la más gruesa, mientras la del equino y caprino es más delgada.

2.8.2.3. Glándulas sudoríparas

MckEwan (1967) menciona que el ganado vacuno, las ovejas y las cabras, al igual que los caballos, pueden sudar en ambientes calurosos. Aunque se ha dicho que las glándulas sudoríparas de la piel cubierta de pelos en el perro reaccionan ante el calor, todavía existen dudas acerca del papel que desempeñan en la termorregulación, y las del cerdo y el gato no parecen responder a la estimulación térmica. Puede ocurrir, por lo tanto, que en estas especies las glándulas sudoríparas que se encuentran en la superficie del cuerpo cumplan una función básica completamente diferente.

Las glándulas sudoríparas pueden desempeñar una función protectora al facilitar la circulación del sebo anti bacterico sobre la superficie de la piel; una función excretora debido a que el sudor remueve las toxinas, además, de desempeñar una función sexual secundaria en ciertas especies, al producir una substancia cuyo olor es atractivo para el otro sexo. Las glándulas sudoríparas en ciertas zonas del cuerpo que no presentan pelos pueden desarrollar una función aún más especializada. Por ejemplo, el sudor producido por las glándulas que se hallan en la pata del gato probablemente actúa como lubricante.

Sin embargo, en la selección de animales para zonas tropicales la función termo regulatoria es de primordial importancia, y se han investigado los factores que controlan la acción de las glándulas sudoríparas en ambientes calurosos.

Se observan diferentes reacciones de sudor producidas por el calor, no sólo entre las diferentes especies; sino también, dentro de una misma especie. Por ejemplo, en un mismo clima caluroso el ganado tropical cebú suda en un grado mucho mayor que el ganado europeo, y se han descrito las diferencias de los tipos de sudor de diversas razas de ovejas. Algunas de estas diferencias han sido parcialmente explicadas. El ganado cebú tiene glándulas sudoríparas más grandes y más numerosas que el europeo y las diferentes razas de ovejas presentan considerables variaciones en el vellón.

2.8.2.4. Características del pelaje

Al igual que la ropa del hombre, la envoltura del cuerpo de los animales (Hafez, 1973), menciona que el pelaje desempeña un papel importante en la adaptación y protección contra el estrés climático. La superficie del cuerpo de los mamíferos está cubierta de pelo o lana: a excepción del morro del ganado vacuno (el cual está formado por un grueso epitelio escamoso, a través del cual se abren los conductos de grandes glándulas del tipo de las salivales), los ojos y los párpados, las tetas y la región perineal.

Hay tres tipos principales de pelajes: largo y grueso, corto-liso y blando, y suave y lanudo. El corto y lustroso pelaje estival del ganado vacuno no solo refleja la radiación solar, sino que también permite la pronta convección desde la superficie de la piel.

El ganado autóctono de los trópicos, tal como el ganado balinés o el Borán tiene pelaje corto y escaso durante todo el año. Las regiones desnudas del cuerpo, como las ubres, inglés y axilas, por lo general, están bien resguardadas. Estas áreas proveen de un valioso aislante para la transferencia del calor de la sangre al aire. El color del pelo viene determinado por la cantidad de aire que contiene y por la cantidad y calidad del pigmento melanina.

La absorción de la radiación solar depende del color y tipo del pelo (Reimerschmid y Elder, 1945). Cuando el ganado está expuesto a la radiación solar, la temperatura del pelo negro es mayor que la del ganado de pelo blanco. Aunque la radiación solar decolora el pelaje más oscuro durante el verano que durante el

invierno. Dicha disminución del color puede deberse a un bajo nivel de cobre sanguíneo, necesario para el grupo prostético de la enzima que forma la melanina.

2.8.2.5. Crecimiento del pelo

La longitud del pelo es una característica adaptativa asociada a la capacidad termorreguladora del animal (Hammond et al., 1996; Olson et al., 2003; Dikmen et al., 2008). Los animales nativos de climas cálidos tienden a presentar pelo más corto que facilita la regulación de temperatura. En la raza Senepol (5/8red poll +3/8 N'dama), se reportó la presencia de un gen (e.g., slickhair gene) posicionado en el cromosoma 20 responsable de la herencia del pelo corto (Mariasegaram et al., 2007). Otros trabajos reportan evidencias de la presencia de tal gen en ganado Carora (Olson et al., 2003) y Criollo Limonero (Landaeta-Hernández et al., 2011). Aunque la longitud del pelo puede ser afectada por la edad, época y nutrición (Carter & Dowling, 1954; Dowling, 1955; Ferreira et al., 2009); también, se han reportado diferencias entre razas cebuínas (3,6 mm), Holstein (10 a 15 mm) y Criollas Limoneras (4,9 a 10,9 mm) (McDowell, 1974; Bertipaglia et al, 2005; Landaeta-Hernández et al , 2011).

2.8.2.6. Muda del pelo

En todos los mamíferos hay alguna forma de muda de fibras del pelaje. El ciclo normal de crecimiento y muda del pelo consiste en un rápido crecimiento, que después se vuelve más lento, seguido por un período de detención del crecimiento anterior a la muda. De acuerdo con los cambios climáticos de las estaciones y el nivel de nutrición, la transmisión de una fase a otra puede ser más rápida o más lenta. La muda del pelo en el ganado vacuno, que tiene lugar en primavera o principios de verano, sigue una pauta característica. Comienza en la cabeza, el cuello y los cuartos traseros, se extiende del cuello a las espaldillas, siguiendo después a lo largo de la línea del lomo, desde la cual se extiende hacia los lados; las últimas partes que mudan son las más bajas de los costados y la línea ventral (Hafez, 1973).

En los bovinos, caballos, hurones y visones la muda está controlada por la fotoperiodicidad de las estaciones del año (Yeates, 2005). En el ganado vacuno, el pelaje largo y grueso del invierno se muda normalmente en respuesta al aumento de la duración del día. Las diferencias entre el verano y el invierno radican en el crecimiento, durante el último, de un pelaje corto y fino, entremezclado con pelos gruesos y más largos. Durante el verano a menudo crece un pelo mucho más corto que el del invierno (Hafez, 1973).

2.9. Factores climáticos de mayor importancia

Todos los bovinos son homeotérmicos, o sea, presentan la misma temperatura corporal constante. Por eso al modificarse la temperatura ambiente, cae la producción o se intensifica el adelgazamiento del ganado, pues el animal tiene que gastar energía, para mantener la temperatura corporal dentro de la normalidad (Villagómez et al., 2000).

2.9.1. Temperatura ambiental

La temperatura ambiente es la que se puede medir con un termómetro y que se toma del ambiente actual; por consiguiente, si se toma de varios puntos en un área a un mismo tiempo puede variar.

2.9.2. Humedad relativa

La humedad del aire se debe al vapor de agua que se encuentra presente en la atmósfera. El vapor procede de la evaporación de los mares y océanos, de los ríos, los lagos, las plantas y otros seres vivos. La cantidad de vapor de agua que puede absorber el aire depende de su temperatura. El aire caliente admite más vapor de agua que el aire frío. Una forma de medir la humedad atmosférica es mediante el higrómetro.

2.9.3. Velocidad del viento

El viento produce energía porque está siempre en movimiento. Se estima que la energía contenida en los vientos es aproximadamente el 2% del total de la energía solar que alcanza la tierra. El contenido energético del viento depende de su velocidad.

Cerca del suelo, la velocidad es baja, aumentando rápidamente con la altura, cuanto más accidentada sea la superficie del terreno, más frenará esta al viento; es por ello que sopla con menos velocidad en las depresiones terrestres y más sobre las colinas. No obstante, el viento sopla con más fuerza sobre el mar que en la tierra.

El instrumento que mide la velocidad del viento, es el *anemómetro* que, generalmente, está formado por un molinete de tres brazos, separado por ángulos de 120° que se mueve alrededor de un eje vertical. Los brazos giran con el viento y accionan un contador que indica en base al número de revoluciones, la velocidad del viento incidente.

2.9.4. Radiación solar

La radiación solar es el conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el sol. El sol es una estrella que se encuentra a una temperatura media de 6000 K, en cuyo interior tienen lugar una serie de reacciones de fusión nuclear que producen una pérdida de masa que se transforma en energía. Esta energía liberada del

sol se transmite al exterior mediante la radiación solar. El sol se comporta, prácticamente, como un cuerpo negro, el cual emite energía siguiendo la ley de Planck a la temperatura ya citada. La radiación solar se distribuye desde el infrarrojo hasta el ultravioleta. No toda la radiación alcanza la superficie de la tierra, porque las ondas ultravioletas más cortas son absorbidas por los gases de la atmósfera.

2.9.5. Pluviosidad

En meteorología, la precipitación es cualquier forma de hidrometeoro que cae de la atmósfera y llega a la superficie terrestre. Este fenómeno incluye lluvia, llovizna, nieve, aguanieve, granizo, pero no neblina ni rocío, que son formas de condensación y no de precipitación. La cantidad de precipitación sobre un punto de la superficie terrestre es llamada pluviosidad, o monto pluviométrico.

La precipitación es una parte importante del ciclo hidrológico, llevando agua dulce a la parte emergida de la corteza terrestre y, por ende, favoreciendo la vida en nuestro planeta, tanto de animales como de vegetales, que requieren agua para vivir

2.9.6. Presión Atmosférica

La presión atmosférica es la fuerza por unidad de área que ejerce el aire sobre la superficie terrestre.

La presión atmosférica en un punto que coincide numéricamente con el peso de una columna estática de aire de sección recta unitaria que se extiende desde ese

punto hasta el límite superior de la atmósfera. Como la densidad del aire disminuye conforme aumenta la altura, no se puede calcular ese peso a menos que seamos capaces de expresar la variación de la densidad del aire en función de la altitud o de la presión. Por ello, no resulta fácil hacer un cálculo exacto de la presión atmosférica sobre un lugar de la superficie terrestre. Además, tanto la temperatura como la presión del aire están variando continuamente, en una escala temporal como espacial, dificultando el cálculo. Se puede obtener una medida de la presión atmosférica en un lugar determinado, pero de ella no se pueden sacar muchas conclusiones; sin embargo, la variación de dicha presión a lo largo del tiempo permite obtener una información útil que, unida a otros datos meteorológicos (temperatura atmosférica, humedad y vientos), puede dar una imagen bastante acertada del tiempo atmosférico en dicho lugar e incluso un pronóstico a corto plazo del mismo.

2.10. Indicadores fisiológicos

Las constantes fisiológicas según Rodríguez (2013), son aquellos parámetros que nos indican el estado hemodinámico del animal, y es la medida de parámetros sin invasión de los tejidos. Se consideran como principales parámetros fisiológicos: la frecuencia cardíaca (FC), la frecuencia respiratoria (FR), temperatura rectal, temperatura tegumentaria.

CUADRO 1. CONSTANTES FISIOLÓGICAS DE LOS BOVINOS DE CARNE

Constante	Rango	Promedio
Frecuencia Cardíaca	60-70 latidos/minuto	65 latidos/minuto
Temperatura normal	37.1-39.1 °C	38.1 °C
Frecuencia Respiratoria	26-35 insp./minuto	31insp./minuto

Fuente: González (2001)

2.10.1. Frecuencia Cardíaca

(Ver anexo 3) La exposición a un calor muy fuerte durante un periodo corto de tiempo aumenta las palpitaciones cardíacas (Bianca, 1963). Períodos largos de calor disminuyen el ritmo cardíaco. Durante periodos de estrés calórico hay un incremento en la sangre periférica aumentando la frecuencia cardíaca para la caída de la presión sanguínea arterial esto debido a la ruptura del homeostasis cardiovascular (González, 2001).

2.10.2. Frecuencia Respiratoria Los efectos de la tensión calórica se dan en dos fases (González, 2001): polipnea: la frecuencia de inspiraciones y expiraciones aumenta; y la hipernea, que es una respiración más lenta y profunda.
(Ver anexo 3)

2.10.3. Temperatura Corporal

La temperatura corporal permite evaluar la eficiencia de la regulación térmica que se presenta en el cuerpo del animal en función de los cambios en la temperatura ambiental y la intensidad de la actividad realizada (ver anexo 4). La temperatura periférica (piel, mucosas, músculos, extremidades, etc.) es variable. La temperatura normal del cuerpo de un bovino varía dependiendo de su género, su actividad reciente, el consumo de alimentos y líquidos, la hora del día y, en las hembras la fase del ciclo estral en la que se encuentren (López, 2013).

2.10.4. Temperatura rectal

La temperatura corporal (ver anexo 5) varía según el estado fisiológico del animal y la tolerancia al calor está determinada por la raza. Su aumento se puede deber a dos factores. Según González (2001), a la energía en forma de calor adquirido del ambiente y por la aceleración de los procesos fisiológicos para la disipación del calor.

2.11. Respuesta de estrés

Las características del ambiente tropical (calor, humedad, parásitos, pastos fibrosos, etc.) no favorecen el confort ni la expresión del potencial genético del animal para la producción. En consecuencia, el conocimiento de tales características, la comprensión de sus efectos y la respuesta del animal para tratar de contrarrestarlos resultan de capital importancia a la hora de recurrir a

estrategias para lograr un mínimo de condiciones que procuren el bienestar animal y mejoras en las condiciones para producir.

Los mamíferos han desarrollado varias estrategias de carácter homeostático para mantener su temperatura corporal dentro de rangos normales. En conjunto, a estas estrategias se les define como mecanismos de termorregulación (conducción, convección, radiación y evaporación). Cuando la temperatura de la piel está por debajo de 35°C, los animales usarán efectivamente los cuatro mecanismos mencionados para disipar calor hacia el medio ambiente (Collier et al., 2006).

2.11.1. Indicadores fisiológicos de la respuesta de estrés

La respuesta general del organismo ante el estrés menciona Buestán (2011), se establece mediante la activación de dos ejes: el eje simpático-adrenal y el eje hipotálamo-hipófisis-adrenal; por ello, el estrés es el conjunto de ajustes fisiológicos relacionados con la excitación de los sistemas nervioso central, vegetativo simpático y glándulas adrenales. Las catecolaminas y los glucocorticoides son las principales hormonas que actúan en la respuesta al estrés.

Los tensores que estresan a los animales pueden ser de tipo ambiental térmico y ambiental no térmico o pueden ser propios del animal y de su vida de relación.

El manejo animal genera importantes problemas psicosomáticos que se evidencian cuando en condiciones similares un inseminador obtiene el 80% de concepciones, mientras que otro solo alcanza el 50%, o cuando un ordeñador extrae de

la vaca el 30% más de leche que otro. Por ello, es indudable que el efecto del manejo constituye una de las causas fundamentales que contribuye a una situación favorable de bienestar, o desfavorable y estresante que genera la ansiedad o temor de los animales.

Por otro lado, las consecuencias del estrés sobre la reproducción de la vaca están caracterizadas por el anestro, ovulación retardada o ausente, menor índice de concepción, mortalidad embrionaria y esterilidad.

Por todo esto, la adaptación a situaciones de estrés requiere una acción coordinada entre el sistema nervioso central y el humoral, a fin de que el organismo responda como un todo, mientras que por otra parte tendrá mucho que ver el control de los factores estresantes que influyen sobre el organismo animal, tales como el medio ambiente, el manejo, la tenencia, la alimentación, el clima y el estado de salud de los animales.

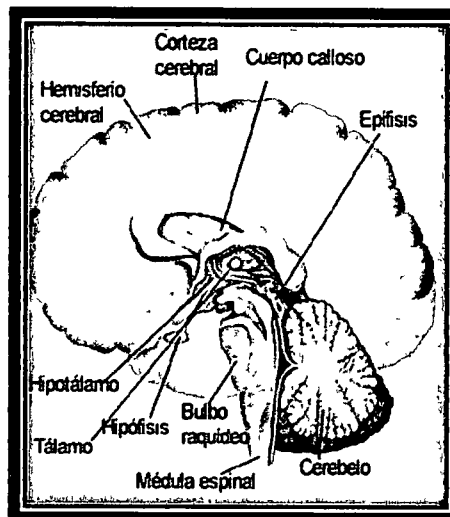
El estrés es un estado de sufrimiento animal ante la incapacidad prolongada de dominar la fuente de peligro potencial (factor estresante), que lo conduce a la activación de sistemas de urgencia orgánicos, determinando una desviación del comportamiento normal del animal.

La respuesta fisiológica del organismo ante los estímulos estresantes, supone la activación de determinadas estructuras del sistema nervioso central y Autónomo y la actuación de estos sistemas afecta y reduce la eficacia de los sistemas de control orgánico, al tiempo que desencadena un patrón estereotipado que prepara al organismo para la lucha o la huida, convirtiéndose en una reacción de alarma

completamente desarrollada, que de no ser respondida en forma adecuada puede provocar la claudicación o la muerte del animal.

Es importante el conocimiento de las bases biológicas que están involucradas en las situaciones de estrés, pues son como su nombre lo dice, las bases que nos permitirán llegar a la comprensión de cómo el estrés afecta la homeostasis del organismo animal, provocando efectos negativos sobre la eficiencia reproductiva y productiva, y facilitando la susceptibilidad a las infecciones.

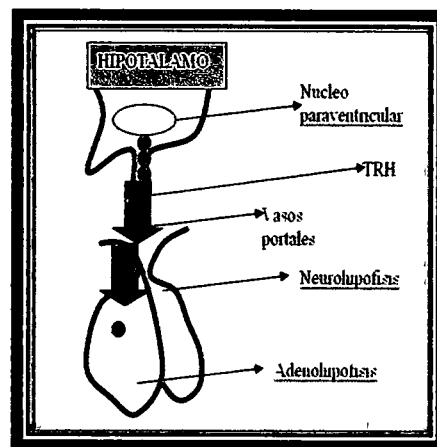
FIGURA 3. HIPOTÁLAMO



El hipotálamo cumple funciones reguladoras importantes tales como: hambre y saciedad: El hipotálamo regula y controla el hambre, el apetito y la saciedad por medio de hormonas y péptidos.

Temperatura: El hipotálamo anterior o rostral (parasimpático) disipa el calor y el hipotálamo posterior o caudal (simpático) se encarga de mantener la temperatura corporal constante aumentando o disminuyendo la frecuencia respiratoria.

FIGURA 4. SISTEMA PORTAHIPOTÁLAMO-HIPOFISARIO.



Fuente: Curtis, 2007.

Las células neurosecretoras del hipotálamo secretan hormonas liberadoras o inhibidoras que llegan mediante ese sistema porta a la Adenohipófisis y a la Neurohipófisis, y regulan la producción de las hormonas hipofisarias.

2.11.2. Producción de calor en el animal

La ganancia de calor de un bovino según (Bavera y Beguet, 2003); (González, 2001) es de dos formas:

- a) Endógena, dada por las distintas funciones orgánicas.
- b) Exógena, calorías provenientes de radiaciones solares y calor ambiental.

La producción de calor está en función del consumo y de la digestibilidad, estimando que alrededor del 40% de la energía consumida se transforma en calor metabólico (Blaxter, 1989). La contribución del metabolismo de compuestos nitrogenados es relativamente pequeña (Blaxter y Boyne, 1978). El metabolismo basal representa una fuente de calor incesante, formada por los procesos fisiológicos esenciales: respiración, actividad cardíaca, respiración y mantenimiento del tono muscular. Bavera y Beguet (2003), determinan que el calor producido debe agregarse al calor que el animal reciba del ambiente que circunda su cuerpo. Todas estas fuentes dependen de un factor común que es la energía que aporta la ingestión de alimentos.

2.12. Aspectos nutricionales en el trópico

La producción pecuaria depende de una serie de factores: ambientales, sanitarios, genéticos, manejo, capacitación personal y elementos nutricionales. Los costos de alimentación representan un porcentaje elevado en la producción, cuando se asume el papel de suplementación adecuado con la finalidad de realizar una explotación del animal en forma concienzuda y razonablemente dirigida a la

obtención de resultados que respondan al retorno económico de la inversión desarrollada (Hafez, 1973).

En el trópico, caracterizado por una diversidad climática muy cambiante soportada sobre suelos con índices de enmendaduras muy variables, carentes de nutrientes fundamentales para la producción de forrajes de calidad nutricional; se establece la necesidad de suministrar los requerimientos nutricionales esenciales a través de los suplementos alimenticios, para lograr una buena transformación en productos como carne y leche.

En el trópico, las leguminosas arbóreas juegan un papel especial ya que fijan el “N” atmosférico, reducen las necesidades de fertilizantes nitrogenados; además, son perennes y su establecimiento es relativamente fácil entre ellos tenemos: *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Trichantera gigantica*, *Erythrina glauca* y *E. poeppigiana*. Se ha reconocido que las leguminosas tienen más valor nutritivo que las gramíneas, debido a su mayor valor proteico. Actualmente, la tendencia es hacia el establecimiento de asociaciones de gramíneas y leguminosas. (Samudio, 2012)

La raza Simmental, surge como alternativa de doble propósito; carne y leche, la cual ha demostrado mayor eficiencia biológica en el trópico comparada con las razas especializadas en solo carne o leche. El conjunto de características de la raza mejora la capacidad de competencia frente a razas especializadas en su producción y ofrece disminución de costos por la alta producción de carne, crecimiento acelerado, leche de excelente calidad, buenas ubres, pezuñas y miembros fuertes y sanos, facilidad de partos y vida útil prolongada.

2.13. Regulación fisiológica de la temperatura

Cada área geográfica se caracteriza por un ambiente térmico predominante frente al que los animales se adaptan mediante mecanismos termo regulatorios. El objetivo de dichos mecanismos es mantener la homeotermia. La homeotermia, o “zona de Termo neutralidad”, es el resultado de equilibrar el calor producido por el organismo con la pérdida o ganancia de calor desde el ambiente que lo rodea (Hafez, 1973).

Este balance se consigue a corto plazo mediante la actuación conjunta de mecanismos termo regulatorios físicos y fisiológicos, y modificaciones morfológicas y de comportamiento, mientras que a largo plazo ocurren cambios en el metabolismo energético.

Los mecanismos termo regulatorios físicos están dados por la pilo erección; los mecanismos fisiológicos comprenden la redistribución de la circulación de la sangre, vasoconstricción en ambientes fríos para reducir las pérdidas evaporantes al mínimo y la vasodilatación periférica para facilitar las pérdidas de calor por conducción; las modificaciones morfológicas y de comportamiento incluyen, la búsqueda de protección frente al sol y la lluvia, reducir la superficie expuesta al viento o al sol por cambio de la orientación corporal, evitar echarse sobre camas soleadas o buscar áreas húmedas y frescas (Hafez, 1973).

El mecanismo físico está determinado por la suma de las resistencias al flujo de calor que proporcionan los tejidos, la capa y el aire que rodea al animal y es relativamente constante para cada animal de forma que las pérdidas de calor sensible

son, en la práctica, proporcionales al gradiente de temperatura entre el cuerpo y el ambiente.

Principalmente, la grasa subcutánea es la primera barrera frente a la pérdida de calor y su efecto depende del grosor interpuesto entre el interior del organismo y la superficie. La capacidad aislante de la capa depende de la longitud del pelo y puede modificarse por efecto del viento y de la lluvia.

El principal mecanismo fisiológico para controlar la pérdida de calor corporal como ya se mencionó es la modificación del flujo de sangre que llega a la superficie corporal y la redistribución del mismo. La vasodilatación periférica facilita la pérdida de calor sensible al reducir el efecto del aislamiento tisular y favorece la eliminación de calor por vía evaporante al facilitar la difusión de agua desde la piel. Por el contrario, cuando la vasoconstricción periférica es máxima, las pérdidas evaporantes son mínimas y el efecto aislante de los tejidos, máximo. La modificación del ritmo respiratorio regula la pérdida de calor a través del aire exhalado desde los pulmones (Buestán, 2011).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización: La investigación se llevó a cabo en el área de cría y ceba de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, la cual se encuentra ubicado en el corregimiento de Chiriquí a 35 m.s.n.m.

Condiciones climáticas: Los parámetros climatológicos se tomaron de la estación meteorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias

En nuestro país se dan dos tipos de épocas seca y lluviosa.

Época lluviosa:

Temperatura: mañana 28°C

Humedad: 78%

Índice UV: moderado

Época seca:

Temperatura: mañana 32°C- tarde hasta 40°C

Humedad: 80%

Índice UV: fuerte

Período de estudio: El estudio se desarrolló en meses de época seca y lluviosa, y tuvo una duración de seis meses (marzo, abril, mayo, junio, julio y agosto). La toma de datos cada quince días, dos mediciones por mes, haciendo un total de diez en los seis meses. Los indicadores fisiológicos se tomaron entre las 7:00 a.m. – 10:00 a.m. y 2:00 p.m. – 5:00 p.m. El largo de pelo se tomó en el mes de septiembre.

Descripción de los animales en estudio: En este trabajo de investigación se utilizaron 20 animales de la raza Fleckvieh-Simmental. De los cuales 15 animales eran hembras y 5 eran machos, animales en sistema de semiestabulación.

A cada animal experimental en el momento de toma de información se le tomó la siguiente información:

a) Información ambiental: en cada día de muestreo se utilizaron los datos de la estación meteorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, para calcular el Índice de Temperatura –Humedad (ITH) de acuerdo a (NOAA, 1976). Este se utiliza para supervisar las condiciones de estrés por calor a las que está expuesto el ganado bovino, un índice ITH inferior a 72 el ganado lechero no experimenta estrés, si el ITH es entre 72 y 78 el estrés es moderado y valores ITH de entre 78 y 88 se caracterizan por un estrés grave.

b) Información del animal: a cada animal experimental se le tomó la siguiente información:

b.1. Temperatura interna (Ti): es la temperatura rectal y se medirá a través de un termómetro digital por un período de un minuto.

b.2. Frecuencia respiratoria (FR): se contó la cantidad de inspiraciones observadas en la caja de las costillas en 15 segundos y se multiplicó por cuatro para obtener la frecuencia en un minuto.

b.3. Frecuencia cardíaca (FC): a través de un estetoscopio se contaron los latidos cardíacos en 15 segundos y se multiplicó por cuatro para obtener la frecuencia en un minuto.

b.4. Largo del pelo (LP): A la altura de las vértebras lumbares se tomaron muestras

de pelo, arrancados con los dedos de la mano desde la raíz, de los cuales se tomaron cinco pelos completos al azar para medirlos sobre un portaobjetos y regla y, posteriormente, obtener un promedio por animal.

b.5. Temperatura de la superficie corporal (Ts): con un termómetro digital colocado encima de la piel a la altura del cuello del animal se determinó la temperatura superficial durante un minuto de tiempo.

b.6. Grosor de la piel (GP): mediante un instrumento “pie de rey” se midió el grosor del pliegue de la piel del animal. El valor obtenido se dividirá por dos para obtener el grosor de la piel.

Tipo de suelo: ultisol: comúnmente conocidos como suelos rojos arcillosos.

Características: Suelos con un horizonte argílico de poco espesor, presentan vegetación arbórea, con un % de saturación de bases inferior al 35%, suelos de color pardo rojizo oscuro y no muestran presencia de saturación hídrica.

Pastura y su manejo: el pasto utilizado al momento del pastoreo

Fue mombaza cuyo Nombre científico es *Panicum maximum*.

El manejo: el pasto fue fertilizado utilizando microorganismos eficientes: biota max: una pastilla por hectárea, fijador de nitrógeno atmosférico un litro por hectárea.

Suplementación: ensilaje, heno, sal mineral.

Plan sanitario:

 UNIVERSIDAD DE PANAMA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS CALENDARIO DE ACTIVIDADES CEIACHI												
ACTIVIDADES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Hemogramas y Coprológicas		Bovinos, Ovinos y Caprinos				Bovinos Ovinos y				Bovinos, Ovinos y Caprino		
Enfermedades Clostridiales	Bovinos, Ovino y Caprino						Bovinos, Ovino y Caprino					
IBR, DVB, PI3, BRSV, Leptospira							Hembras Cria y Lactancia					
Desparasitación	Bovinos, Ovino y Caprino				Bovinos Ovino y Caprino				Bovinos, Ovinos y Caprinos			
Vitaminico - Mineral	Bovinos, Ovino y Caprino				Bovinos Ovino y Caprino				Bovinos, Ovinos y Caprinos			
Previene enfermedades como pierna negra, edema maligno, hepatitis necrótica infecciosa, enterotoxemia y otras causadas por Clostridium. Vacunar a los tres o cuatro meses de edad. Revacunar a los 21 días posteriores. Virus inactivado de Rinotraqueitis Infecciosa Bovina (IBR). Virus inactivado de Difteria Viral Bovina (DVB). Virus Activo Modificado de Parainfluenza 3 (PI3). Virus Activo Modificado de Virus Respiratorio Sincitial Bovino (BRSV). Bacterias inactivadas de Leptospira canicola, L. grippotyphosa, L. hardjo, L. pomona. 2 aplicaciones en lecheras con un intervalo de 2 a 4 semanas.						Ganado de cría utilizar Fipronil 1%, Ivermectina 3.15%, Levamisol, Ricobendazol. Vacas en producción se utilizaran Febendazol (líquido o en polvo), cero días (productos sin retiro en leche). El control de ectoparasitos se realizara según el desafío que se presente. Vitaminas y minerales inyectables como Olivitassan Plus o similares. Con contenidos de Vit. A,D3E, fósforo, selenio, cobre, B12 entre otros.						

Variables de interés en el estudio: Se tomaron dos tipos de variables, una para caracterizar el medio microclimático según el estado de tensión calórica (humedad relativa, temperatura ambiental), y la otra, de carácter fisiológico (temperatura rectal, temperatura tegumentaria, frecuencia cardíaca y frecuencia respiratoria) y largo de pelo.

- Análisis Estadístico

Debido a que las variables de respuesta fueron influenciadas al mismo tiempo por las variables independientes se optó por analizar los datos mediante las técnicas de análisis de varianza multivariado de acuerdo con Martínez Rojas (1986). El modelo propuesto fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_1(X_{ith} - \bar{X}_{ith}) + \beta_2(X_{gp} - \bar{X}_{gp}) + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = es la j-ésima variable dependiente del i-ésimo sexo (variables dependientes trm, trt, fcm, fct, frm, frt, ttmttt)

μ = media general

$\beta_1(X_{ith} - \bar{X}_{ith})$ = efecto de la covariable del índice temperatura-ambiental y β_1 es el coeficiente parcial de regresión para ITH.

$\beta_2(X_{gp} - \bar{X}_{gp})$ = efecto de la covariable del grosor de la piel y β_2 es el coeficiente parcial de regresión para GP.

τ_i = efecto del i-ésimo sexo del animal

ε_{ij} = error aleatorio

Las hipótesis planteadas fueron:

$H_0: \mu_H = \mu_M = 0_t$

$H_a: H_0: \mu_H \neq \mu_M \neq 0_t$

Donde μ_H y μ_M son medias de las variables dependientes para hembras y

machos, respectivamente. El estadístico: razón de máxima verosimilitud ó

Prueba de Wilks

$$\Lambda = \frac{|E|}{|T||H+E||HE^{-1}+I|} = \frac{|E|}{|T||H+E||HE^{-1}+I|} = \frac{1}{|T||H+E||HE^{-1}+I|}.$$

El estadístico Λ se basa en el número de muestras o tratamientos, de individuos y variables ó características.

Para calcular su significancia se usa la F aproximada de Rao.

$$F = \frac{1 - \sqrt{\Lambda}}{\sqrt{\Lambda}} \cdot \frac{v_E - 1}{v_H}$$

Donde:

v_E = grado de libertad del error;

v_H = grado de libertad de la variable sexo del animal.

Por otra parte, $y = \Delta^{1/5}$, y S es igual a:

$$S = \left[\frac{p^2(v_H)^2 - 4}{p^2 + (v_H)^2 - 5} \right]^{1/2}$$

Donde p = número de características a evaluar. Por lo tanto

$$F = \left[\frac{1 - yn_2}{y} \right] \left[\frac{n_1}{n_2} \right]$$

Así, n_2 = grado de libertad del numerador y n_1 = grado de libertad del denominador. Se define n_1 y n_2 como:

$$n_1 = p v_H$$

$$n_2 = S \left[N - 1 - \frac{p + v_H + 1}{2} \right] \frac{p v_H - 2}{2}$$

Donde N = número total de observaciones

Para las pruebas de comparaciones de medias se utilizó la Prueba de Tukey ($P < 0.5$).

Adicional se realizaron análisis de regresión múltiples sin intercepto de acuerdo a Draper y Smith (1982) para las variables independientes con los siguientes modelos:

Para largo del pelo:

$$Y_{ij} = lp_i + lp_{sq} + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable de respuesta i-ésima.

lp_i = efecto lineal del largo del pelo.

lp_{sq} = efecto cuadrático del largo del pelo

e_{ij} = error aleatorio

Para indicador ITH:

$$Y_{ij} = ith_i + ith_{sq} + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable de respuesta i-ésima

ith_i = efecto lineal del ITH,

ith_{sq} = efecto cuadrático del ITH,

e_{ij} = error aleatorio.

Para grosor de la piel:

$$Y_{ij} = gp_i + gp_{sq} + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable de respuesta i-ésima

gp_l = efecto lineal del grosor de la piel

gp_{sq} = efecto cuadrático del grosor de la piel.

e_{ij} = error aleatorio.

Para efectos cuadráticos:

$$Y_{ij} = ith_{sq} + gp_{sq} + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable de respuesta i-ésima

ith_{sq} = efecto cuadrado del ITH.

gp_{sq} = efecto cuadrático de grosor de la piel.

e_{ij} = error aleatorio.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la literatura se reporta que el estrés calórico está relacionado con el ITH. De esta relación se establecieron tres categorías o rangos de ITH, (Caballero y col., 1995) (rangos de ITH) capaces de producir estrés calórico en el animal: ligero (ITH 70-79); moderado (ITH 80-89) y severo (ITH 90-98). Como podemos observar en el cuadro #4. Estos valores de ITH influyen significativamente sobre el comportamiento animal y varía, inclusive, dentro de las regiones.

Los valores de ITH se estimaron para cada fecha de muestreo y estuvieron en un rango de 65.41 a 81.31 en hora de la mañana, de acuerdo con la época del año. Estos valores de ITH indican que los animales estuvieron en condiciones de estrés calórico en categorías de ligero a moderado durante las horas más tempranas del día.

CUADRO 2. ÍNDICE DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA EN LOS DÍAS DE MUESTREO EN ÁREA DE LA INVESTIGACIÓN (FCA)

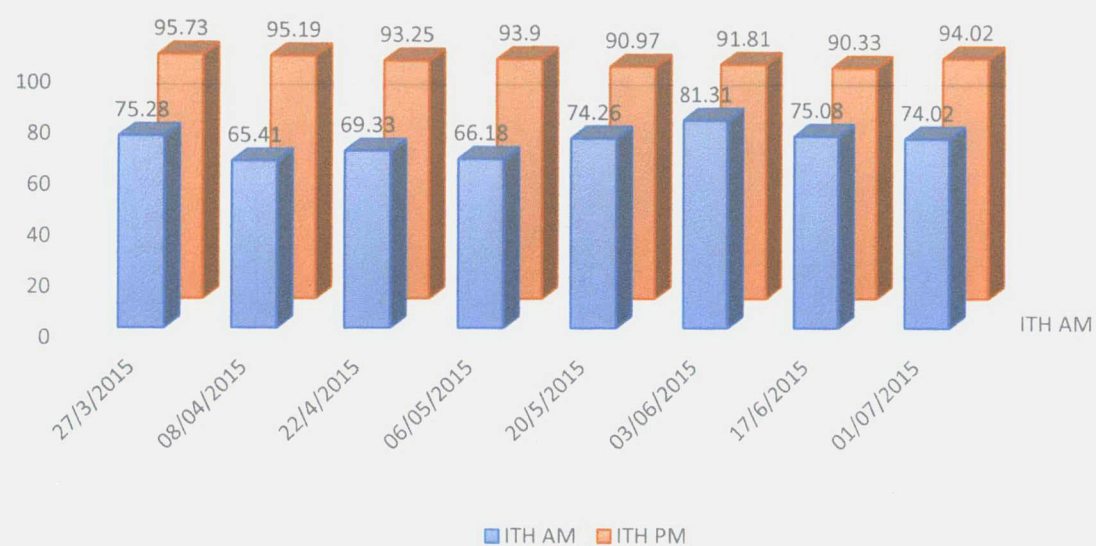
El índice de temperatura humedad, temperatura ambiental y humedad relativa este índice fue desarrollado por Thorn (1959) se ha convertido en el estándar para la clasificación térmica del medio ambiente en muchos estudios de producción animal y manejo para todas las estaciones.

FECHA	HUMEDAD RELATIVA AM	HUMERDAD RELATIVA PM	TEMPERATURA AM	TEMPERATURA PM	ITH AM	ITH PM
27/3/2015	31.32	88.67	28.18	36.76	75.28	95.73
8/4/2015	27.9	81.15	29.4	37.48	65.41	95.19
22/4/2015	51.36	95.61	28.3	34.47	69.33	93.25
06/05/2015	41.57	95.34	28.5	34.87	66.18	93.9
20/5/2015	52.44	94.39	28.18	33.46	74.26	90.97
03/06/2015	55.77	96.41	27.8	33.63	81.31	91.81
17/6/2015	58.30	95.64	26.97	33.02	75.08	90.33
1/7/2015	59.45	95.76	26.11	35.21	74.02	94.02

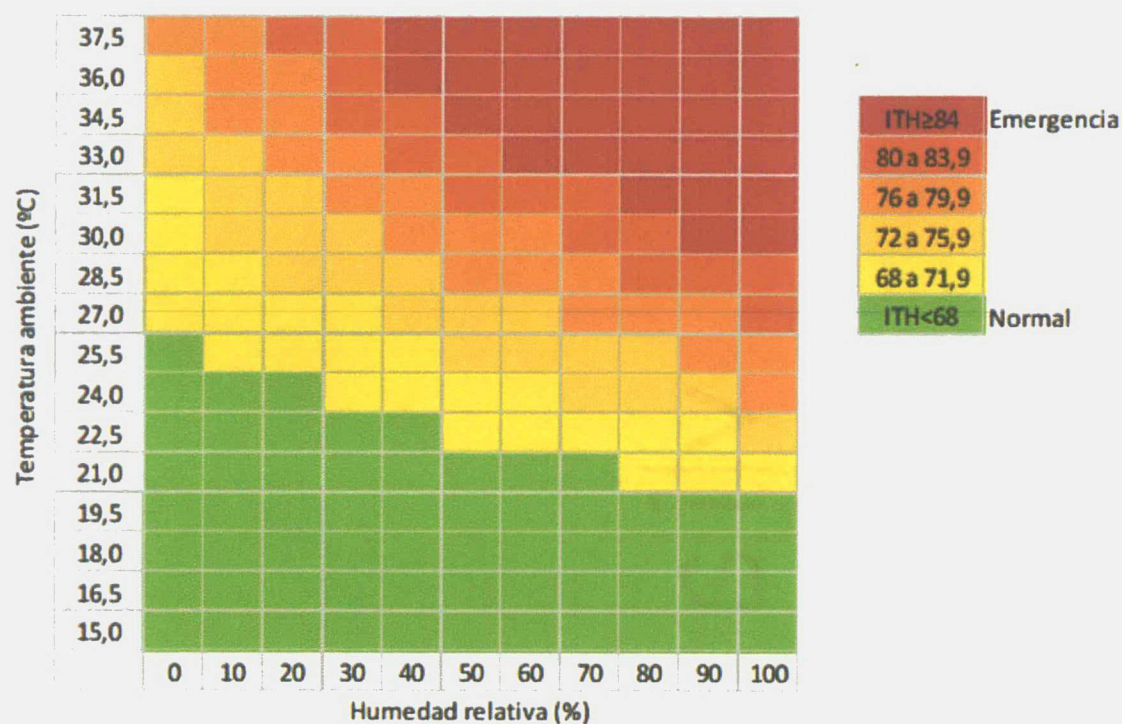
GRÁFICA 1. ÍNDICE TEMPERATURA HUMEDAD (ITH)

Mientras que en horas de la tarde los valores del ITH resultaron mucho mayores debido al aumento de la temperatura ambiental y una humedad relativa sumamente elevada, los valores oscilaron desde 90.97 a 95.73. Estos rangos indicaron que en horas de la tarde los animales están bajo un estrés severo en horas que van de las 12 medio día hasta las 4 de la tarde.

Cuadro de ITH



GRÁFICA 2. NIVELES DE ESTRÉS POR ITH



Fuente: INTA, 2016.

Rodríguez y col. (80) en Maracay, Venezuela, encontraron similares resultados sobre ITH y temperatura rectal. Ellos reportaron que el ITH afecta significativamente ($p < 0.01$), a la temperatura rectal, aumentando esta en 0.087 por unidad de cambio que experimente el índice temperatura-humedad. Jahn y col. (21) en Chile, encontraron similares resultados,

observando que la interacción de temperaturas ambientales asociadas a humedades relativas altas durante los meses de verano, afectaron la temperatura rectal de las vacas en 2.1°C. Estos estudios han demostrado que a medida el calor ambiental, asociada con otros factores, se aproxima a la temperatura corporal (37.5-39.5°C), aumenta la frecuencia respiratoria, y los mecanismos de disipación de calor no evaporativos (radiación, conducción y convección) pierden su efectividad y todo se reduce a la evaporación como única y principal forma de disipar el calor generado por el ganado, incidiendo negativamente en la actividad reproductiva debido a la alta cantidad de muertes embrionarias

A su vez, para realizar una correcta interpretación de la severidad de las condiciones de estrés por calor a las que se encuentra expuesto un animal, es importante contemplar no sólo la intensidad del mismo en un momento puntual (normal, moderado, severo); sino también, debe tenerse en cuenta la duración y la frecuencia de exposición.

CUADRO 3. DURACIÓN Y FRECUENCIA DE EXPOSICIÓN

INTENSIDAD	+ DURACIÓN	+ FRECUENCIA=	SEVERIDAD
Alerta (Leve)	Cantidad de días	Olas de calor (Menor	
Peligro (Moderado)	Cantidad de hs/día	capacidad de recuperación	
Emergencia (Severo)	(Menor capacidad de recuperación nocturna)	entre días)	

Fuente: Gonzales, 2001

Las duraciones de las condiciones de estrés calórico pueden estimarse como la cantidad de días en la que los animales se encuentran bajo estrés calórico (ej. días con ITH máximo mayor a 75) o bajo estrés calórico moderado a severo (ej. días con ITH máximo mayor a 79), etc. Una forma más precisa de estimación contemplaría conocer la cantidad de horas por día con estrés calórico, aunque esto requiere información horaria detallada o modelos matemáticos más complejos.

Guerra et al., 2004 en un estudio realizado bajo condiciones ambientales similares, obtuvieron valores de ITH entre 78-83. Al compararlo con los resultados de este estudio, obtuvimos un ITH superior variando en las distintas fechas (78.42 a 81.93). Se demostró que los diferentes cambios en la temperatura y humedad que se dan a lo largo del año;

tienen efectos significativos sobre los rendimientos de los animales.

En investigaciones sobre los rendimientos lácteos se encontró que disminuyen de un 50 a un 75% a temperaturas superiores a 26,5°C con vacas Holstein y superiores a 29,5°C con vacas Jersey y Pardo Suizo. Mientras que no se encontraron efectos tan negativos en vacas Brahman y vacas cruzadas (*Bos indicus X Bos Taurus*) adaptados a temperaturas del orden de los 32°C. La temperatura crítica para el descenso en la producción láctea radica entre 21 y 26,5°C para las vacas Holstein y Jersey y entre 29.5 y 32°C para las vacas Pardo Suizo. Estos resultados fijan la temperatura óptima para el rendimiento lácteo de las razas templadas de bovinos entre 10 y 15.5°C (33). Temperaturas tan bajas como 0°C apenas tienen efectos sobre la producción láctea en tanto que temperaturas superiores a 15.5°C afectan adversamente el rendimiento lácteo. Además, de la disminución en la producción de leche también varía la composición de la misma.

CUADRO 4. RANGOS DE ITH

ITH	Rango
70-79	Leve
80-89	Moderado
90-98	Severo
98 en adelante	Extremo

Fuente: INTA, 2016

Se pueden presentar variaciones diarias de la temperatura del cuerpo, sin que las mismas sean indicación de enfermedad. Pueden observarse variaciones hasta de un grado durante el transcurso del día. También, se puede

presentar un ligero aumento de 0.6 C durante la última fase de gestación. Las variaciones notables de la temperatura son indicadores de un proceso de enfermedad.

En los animales de sangre caliente (homeotermos), la temperatura corporal varía de una especie a otra y en algunos casos de un individuo a otro.

CUADRO 5. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA FRECUENCIA CARDIACA (FC), FRECUENCIA RESPIRATORIA (FR),

***Diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) **Diferencia Significativa ($P < 0.05$) *Diferencia Significativa ($P < 0.10$)

FUENTES DE VARIACIÓN	CUADROS MEDIOS				
	GL	TRM	FCM	FRM	TTM
ITHM	1	1.4494***	1405.73***	655.74**	6.47*
PIEL	1	0.7724*	0.64 ^{ns}	418.06 ^{ns}	10.94***
L. PELO	1	0.0377 ^{ns}	811.19*	202.41 ^{ns}	0.13 ^{ns}
SEXO	1	4.5897***	4583.54***	2134.38***	20.95***
ERROR	155	1			
Cv,%		1.31%	17.75%	25.29%	3.71%

ns=No hay diferencia significativa

Wilk's Lambda, valor 0.7452***F 17.99

**CUADRO 6. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA FRECUENCIA CARDIACA (FC),
FRECUENCIA RESPIRATORIA (FR), TEMPERATURA RECTAL (TR) EN LA
TARDE.**

FUENTES DE VARIACIÓN	CUADROS MEDIOS				
	GL	TRT	FCT	FRT	TTT
ITHM	1	0.06145 ^{ns}	3715.95 ^{ns}	5974.61 ^{ns}	1.738 ^{ns}
PIEL	1	0.09569 [*]	75.7639 ^{ns}	17.711 ^{ns}	15.2825 ^{ns}
L. PELO	1	0.0404495 ^{**}	293.4643 ^{ns}	198.220 ^{ns}	5.3563 ^{ns}
SEXO	1	1.64741 ^{ns}	296.228 ^{ns}	973.842 ^{ns}	2.5901 ^{ns}
ERROR	155				
Cv,%		1.403%	17.101%	23.271%	3.180%

***Diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) **Diferencia Significativa ($P < 0.05$)

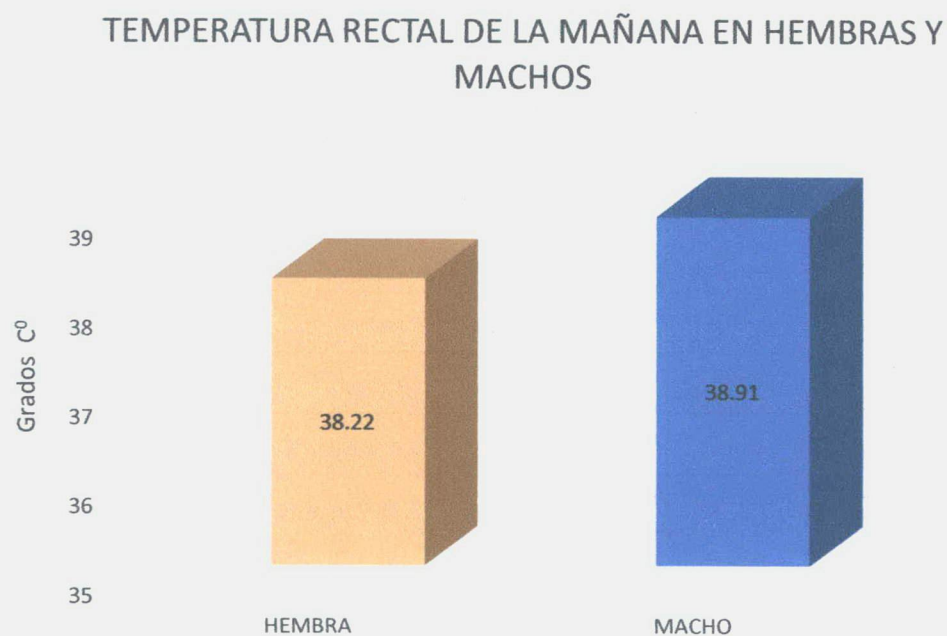
*Diferencia Significativa ($P < 0.10$)

ns=No hay diferencia significativa

Wilk's Lambda, valor 0.7452***F 17.99

GRÁFICA 3. TEMPERATURA RECTAL HEMBRA Y MACHO EN LA MAÑANAY TARDE

Algunos investigadores (Hafez, 1973) señalan que el indicador más común de tolerancia al calor del bovino es la temperatura rectal medida como temperatura interna (T_i).

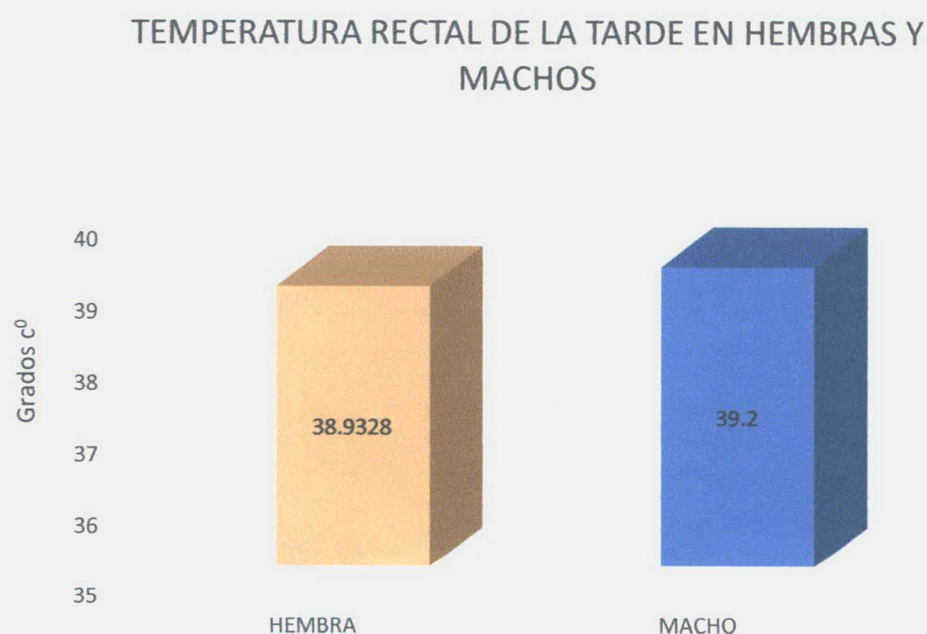


La temperatura rectal resultó afectada significativamente con respecto al índice de temperatura ambiental y humedad relativa (ITH), al igual que para el sexo del animal siendo altamente significativa ($P < 0.01$), como se muestra en el cuadro # 5 y 6. Se obtuvo un coeficiente de variación de 1.31%, el cual es excelente para las variables estudiadas.

La temperatura rectal que se obtuvo mostró una diferencia entre hembras y

machos. Los machos oscilaron en los 38.91 mientras que las hembras se encontraron en los 38.22 (0.69 menor). Esto puede ser atribuido a una mayor de retención de calor por los animales machos debido a su mayor grosor de piel y deposición de grasa de manera subcutánea.

GRÁFICA 4. TEMPERATURA RECTAL DE LA TARDE EN HEMBRAS Y MACHOS



Basado en estos resultados (gráfica 3), los animales machos son los más estresados, mientras que las hembras muestran mayor tolerancia al calor. Los Simmental Fleckvieh, originarias de zonas templadas tienen una menor capacidad de disipación calórica que animales de razas *Bos Indicus*.

En estudios realizados la variación en el patrón de partición de grasa en bovinos

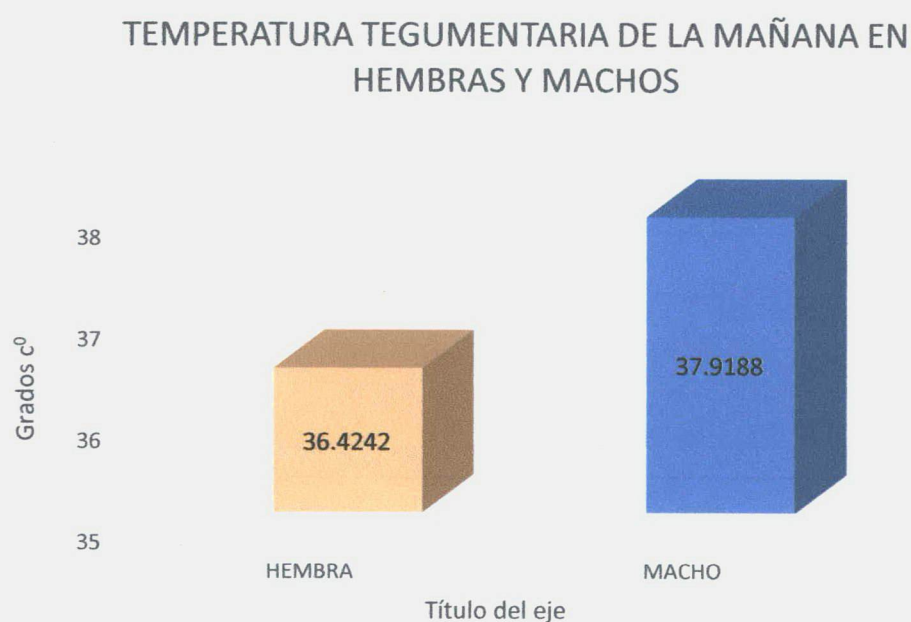
machos es uno de los mecanismos de adaptación de los animales a los cambios de temperatura ambiente (Kempster A. J. 1980, Mac Loughlin y Garriz 2009). La disminución del fotoperiodo y la temperatura son los estímulos desencadenantes para que la producción de grasa se deposite en mayor proporción en el compartimento subcutáneo en desmedro del intermuscular, aumentando de esta manera el EGD y la aislación tisular. Cuando las condiciones ambientales se revierten, también lo hace la partición de grasa, aumentando la intermuscular y disminuyendo la subcutánea y el EGD.

La fluctuación en la partición de grasa subcutánea en relación con el total, reportado por Mac Loughlin y Garriz (2009) se encuentra entre el 28% y 36%. De esta forma, bajo las condiciones climáticas y productivas de esta última publicación, un animal de 190 kg. Con 20,6 % de grasa disecable total proveniente de una faena de fines de verano tendría aproximadamente 11,0 kg. De tejido adiposo subcutáneo y 6,6 mm de EGD; mientras que si la misma res con igual porcentaje de grasa disecable se hubiera obtenido de una faena realizada al final del invierno los valores serían 14,1 kg. Y 8,1 mm respectivamente. Lo que nos indica que animales machos acumulan más grasa, por ende, disminuyen su capacidad de disipar calor de manera más eficiente.

Investigaciones conducidas en Nebraska por Mader y Kreikemeier (2006) demostraron que el ganado de carne alcanza claramente la máxima temperatura corporal a media tarde durante el verano; pero esta situación es menos clara durante la época invernal. Los beneficios de una noche refrescante en la

reducción del impacto térmico diurno durante el verano han sido claramente demostrados en diversos estudios, ya que el ganado puede así liberar el exceso de calor acumulado durante la jornada diurna (Spain y col 2001, Spiers y col 2001, Mader y Kreikemeier 2006).

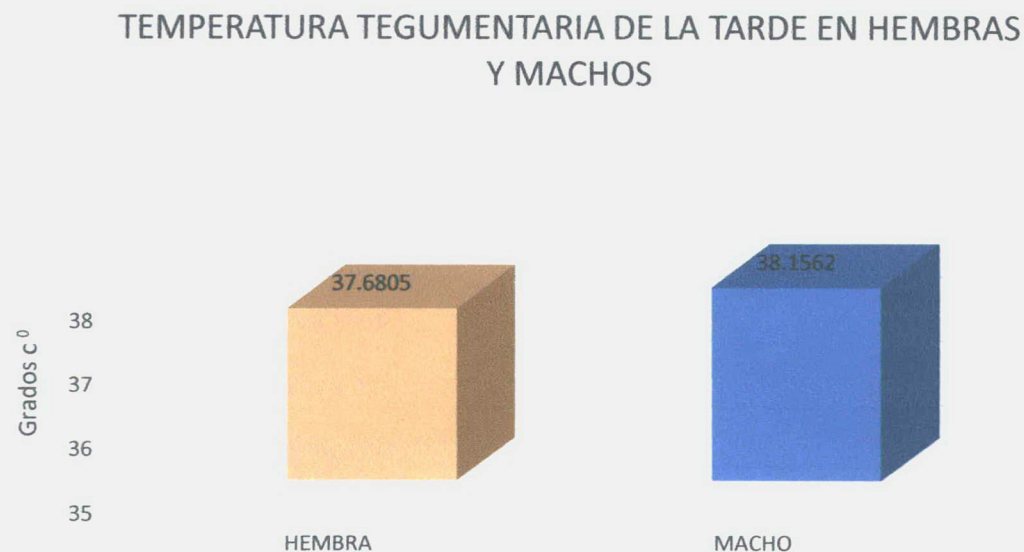
GRÁFICA 5. TEMPERATURA TEGUMENTARIA EN LA MAÑANA EN HEMBRAS Y MACHOS



Según los datos obtenidos la temperatura tegumentaria es superior en los animales machos con (37.92°C) a la encontrada en los animales hembra con (36.42 °C). Las dos se encuentran dentro de los rangos normales que para el caso de los bovinos los valores de temperatura corporal están entre 37,5 y 39,5 °C se consideran normales.

En tanto que, la temperatura ambiental que define la zona confort o de termoneutralidad varía entre -1°C a 16°C para razas *Bos taurus* de climas templados y entre 10°C a 27°C para razas nativas tropicales (Bavera&Berguet, 2003). El ganado vacuno dispone de glándulas sudoríparas en la base de cada uno de sus folículos pilosos y el número de folículos por unidad de superficie mantendrá una relación con la eficacia potencial de pérdida de calor por sudoración (Lloyd & Patel, 2008).

GRÁFICA 6. TEMPERATURA TEGUMENTARIA EN LA TARDE HEMBRAS Y MACHOS



Las temperaturas de la piel que se obtuvo con la medición en horas de la tarde son mayores en comparación a las tomadas en las mañanas. Esto completamente normal debido al aumento de la temperatura diurna. Los animales machos mostraron una temperatura de 38.16°C ligeramente superior a la que encontramos en las hembras que fue de 37.68 °C sin embargo a pesar de las altas temperaturas ambientales los animales se encuentran dentro de los rangos normales de temperatura tegumentaria que van en la hembra de 38.5 a 39°C y en los machos 38.8 a 39.8°C.

En estudios, se reportan variaciones entre razas *Bos taurus* europeas y cebuínos tropicales en número de folículos pilosos, longitud del pelo, tamaño y forma de glándulas sudoríparas y sebáceas y densidad de la irrigación de la piel (Dowling, 1955; McDowell, 1974; Carvalho et al., 1995; Bueno-Ribeiro et al., 2001; Campos et al., 2005; Landaeta-Hernández et al., 2011).

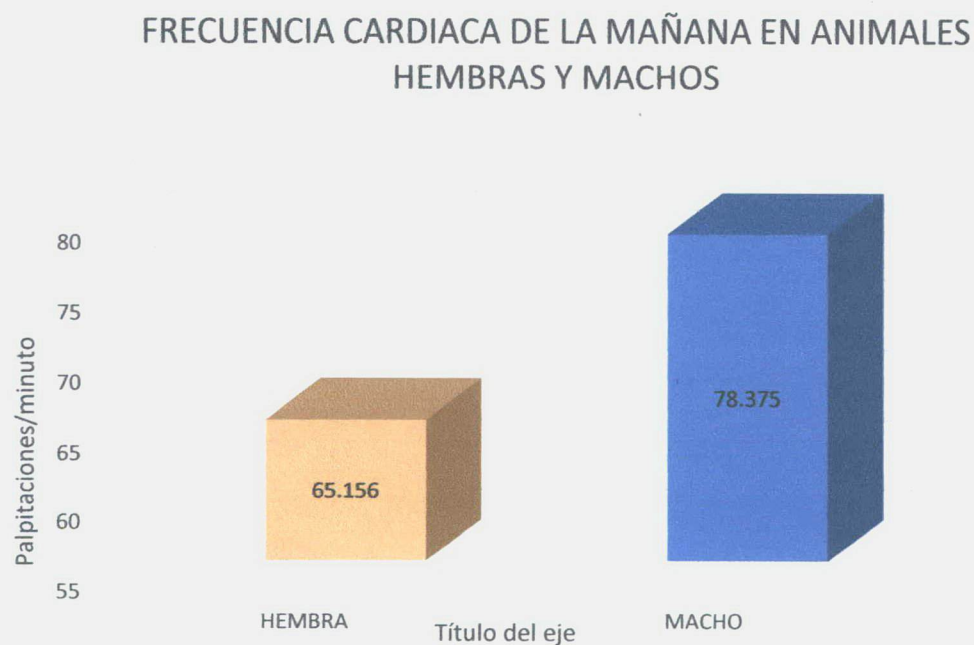
La capacidad de termorregulación del vacuno depende de interacciones entre factores anatómicos y fisiológicos. Entre estos se mencionan: propiedades de la piel y el pelo, tasa de sudoración, capacidad respiratoria, aislamiento de tejidos, superficie expuesta por unidad de peso, relación entre perfiles endocrinos y producción de calor metabólico. (McManus et al., 2010).

La temperatura corporal sigue patrones diurnos y estacionales. La temperatura mínima del cuerpo se presenta usualmente temprano en la mañana (08:00 h) y por la tarde (7:00 h), tanto para el verano como para el invierno. Sin embargo, aun cuando la temperatura corporal tiende a seguir las fluctuaciones estacionales,

existen diferencias en los patrones diurnos para el invierno y el verano (Bianca 1968, Davis y col 2001, Collier y col 2006, Mader y Kreikemeier 2006)

Si bien la temperatura corporal puede ser utilizada como un indicador de la susceptibilidad del animal a la carga de calor, la existencia de un dispositivo para monitorear la temperatura corporal no se encuentra aún disponible en términos comerciales (Mader y col 2002, Mader 2003).

GRAFICA 7. FRECUENCIA CARDIACA DE LA MAÑANA EN ANIMALES



HEMBRAS Y MACHOS

Las frecuencias cardíacas resultaron altamente significativas ($P < 0.01$). Es de importancia el comportamiento del clima en las diferentes fechas de muestreos ya que estas se caracterizan por cambios constantes o factores climáticos; estos son

importantes para los procesos de termorregulación.

Cabe destacar que los animales de raza la raza Fleckvieh poseen una mayor frecuencia cardiaca que oscila desde 60-70 con un promedio de 65 palpitaciones por minuto.

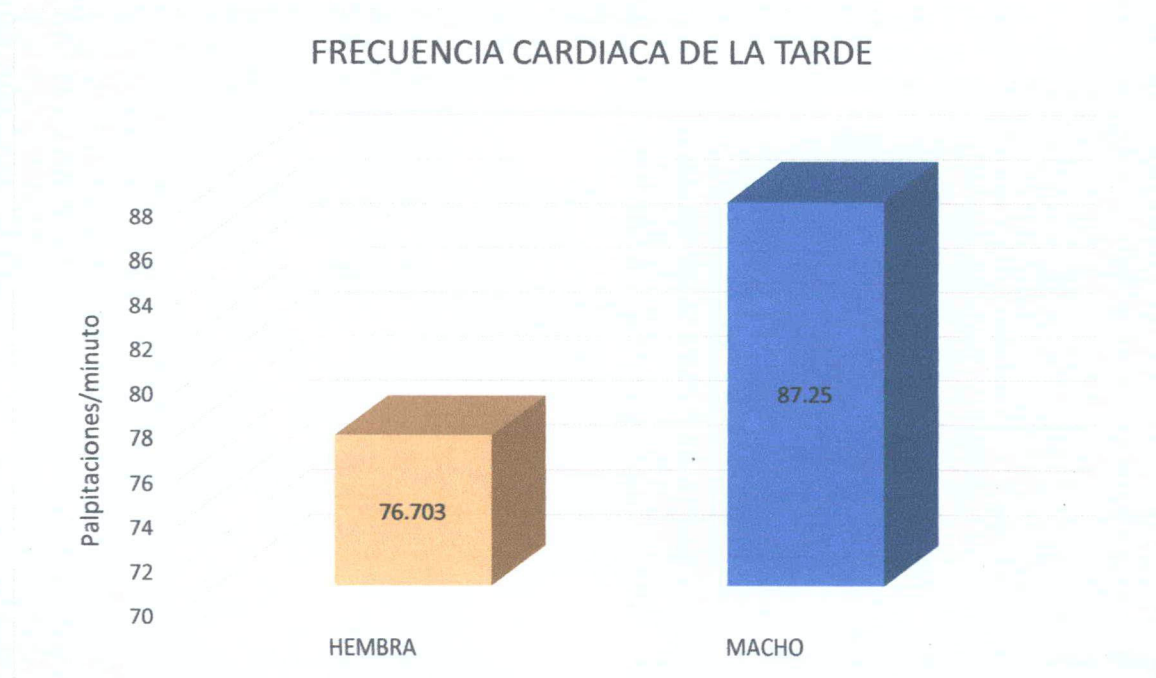
CUADRO 7. FRECUENCIA CARDIACA EN BOVINOS

ETAPA PRODUCTIVA	MÍNIMA	MEDIA	MÁXIMA
Adultos	40	60	80
Becerras	80	95	110

Fuente: Posadas, 2005.

La frecuencia cardiaca es un valor que nos indica el desempeño que tiene el corazón, su valoración es de suma importancia para determinar el estado general en que se encuentra el bovino, ya que algunas frecuencias cardiacas muy rápida o lenta nos indican algunos padecimientos graves.

**GRÁFICA 8. FRECUENCIA CARDIACA DE LA TARDE EN ANIMALES
HEMBRAS Y MACHOS**

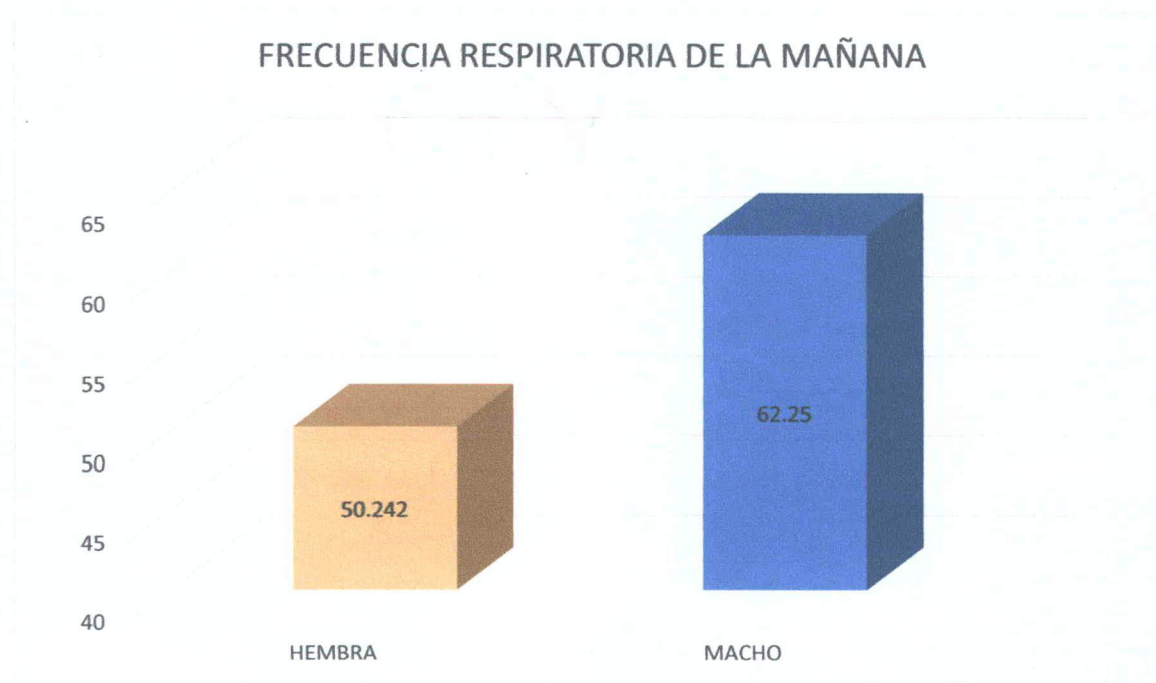


La frecuencia cardíaca en los machos es de 87.25 latidos por minuto y fueron mayores a los encontrados en las hembras, cuya valoración fue de 76.70 latidos por minutos, con una diferencia de 10.54 latidos por minuto.

Es de importancia el comportamiento del clima en las diferentes fechas de muestreo, ya que estas se caracterizaron por cambios constantes en los factores climáticos. Esta tolerancia a los diferentes cambios va a depender en gran parte de la raza. Cabe destacar, que el aumento de la temperatura corporal causa una serie de ajustes por parte del animal, y esto a su vez, causa un incremento de las palpitaciones cardíacas.

Guerra y col., (2004) obtuvo valores para animales de raza Brahman y Simmental en 74.3 y 78.9 latidos por minuto respectivamente; valores muy cercanos a los que se obtuvieron en la presente investigación.

GRÁFICA 9. FRECUENCIA RESPIRATORIA MAÑANA EN HEMBRAS Y MACHOS.



Todos los vacunos aumentan su frecuencia respiratoria para eliminar calor de su organismo cuando la temperatura externa sube.

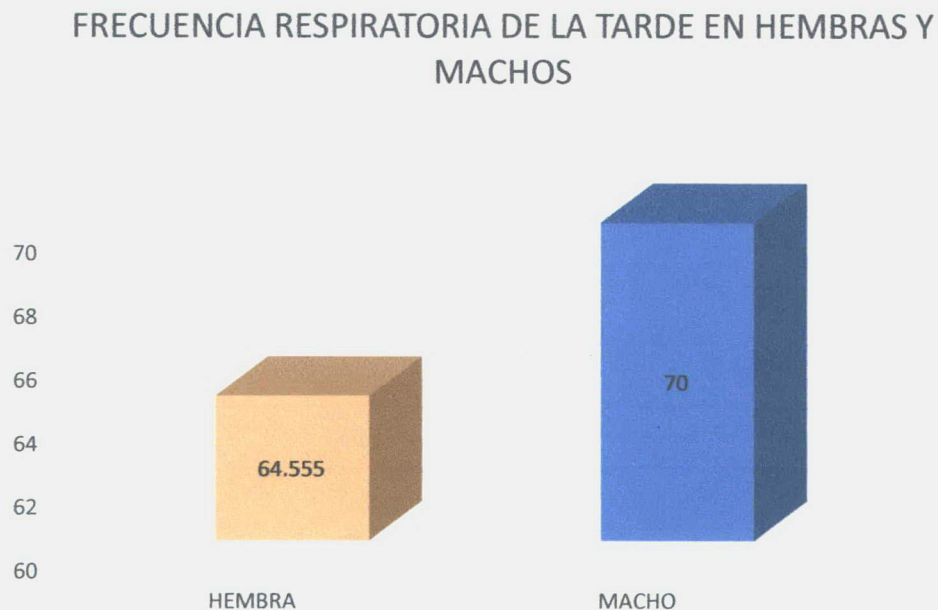
La frecuencia respiratoria se expresa por el número de movimientos respiratorios por minuto (gráfica 8). En ciclos completos (inspiración y espiración), se escucha con estetoscopio sobre la región pulmonar entre el sexto y el séptimo espacio

intercostal o contando tiempos respiratorios por expansión torácico-abdominal (Posadas, 2005).

La frecuencia respiratoria resultó ser significativa ($P < 0.01$) con el índice de temperatura ambiental y humedad relativa (ITH) en horas de la mañana (gráfica 8), con un coeficiente de variación de 25.29%. Las fechas de muestreo estuvieron caracterizadas por cambios en la temperatura y humedad relativa ambiental, esto a su vez, tiene un efecto marcado sobre las constantes fisiológicas; sobre todo, en la frecuencia respiratoria, está aumentada por animal para poder disipar calor por las vías respiratorias.

El sexo es altamente significativo ($P < 0.01$) en cuanto a frecuencia respiratoria siendo los animales machos los que mostraron un grado de estrés superior a las hembras. En trabajos conducidos por McDowell muestra que las necesidades energéticas son considerablemente más altas en bovinos expuestos a estrés por calor y este incremento se asocia con el aumento del ritmo respiratorio que a 32°C es 2.5 veces más intenso que a 21°C (McDowell 1969).

GRÁFICA 10. FRECUENCIA RESPIRATORIA DE LA TARDE EN HEMBRAS Y MACHOS.



Rangos normales de frecuencia respiratoria oscilan entre 26-35 inspiraciones por minuto con un promedio de 31 inspiraciones. En horas de la tarde, las hembras presentaron una frecuencia respiratoria de 64.5 inspiraciones por minuto; mientras que los animales machos fueron de 70; 5.5 más inspiraciones que las hembras. Los resultados de frecuencia respiratoria de la mañana y la tarde están lejos de los rangos normales, esto evidencia síntomas de estrés para los dos sexos. Situaciones ambientales y respuesta animal similares se han reportado en varios países.

Así encontramos estudios en Japón, que vacas Holstein, lactando y sometidas a una temperatura de 10°C (de 18°C a 28°C), fueron capaces de modificar su

temperatura rectal de 38.4 a 40.0°C. En Israel, se obtuvieron diferentes respuestas a ambientes de verano en vacas Holstein (31.8°C; 32% HR) e invierno (16.8°C; 43% Humedad Relativa), expresadas en incrementos de 0.37 y 2.6°C, en temperatura rectal y de la piel, respectivamente, que se traducen en la reducción de un 57% de la pérdida no evaporativa de calor, un incremento de un 47% de sudoración, un 47% de incremento en la frecuencia respiratoria y un 23% de reducción total de calor. Influyen, también, en este tipo de respuesta, la variabilidad individual y la necesidad de seleccionar animales con mayor capacidad para disipar el calor; ya que en general, estos climas, tanto los que tiene veranos no muy calurosos, como los sometidos a un ambiente calórico muy intenso, imponen a los animales a pérdidas de calor a través de la respiración desde un 50% hasta porcentajes superiores.

El incremento respiratorio suele darse con posterioridad a los procesos de vasodilatación y sudoración. Cuanto mayor sea el volumen de aire que puede respirarse, calentándolo y humedeciéndolo, mayor será la pérdida de calor resultante. Estos aumentos de los movimientos respiratorios comienzan a verificarse cuando la temperatura alcanza los 29° C.

Trabajos indican que la respiración rápida interfiere el consumo de alimentos y la rumia. Además, aumenta la producción de calor corporal derivado de la actividad muscular y consume energía que podría utilizarse para fines productivos. Las frecuencias respiratorias elevadas no indican que los animales mantengan con éxito su equilibrio térmico; sino que, señalan una carga excesiva de calor (Bavera, G. A. y H. A. Beguet. 2003).

La variación del ritmo de los movimientos respiratorios por minuto frente al incremento de las temperaturas ambientales, muestran que el ganado europeo experimenta inconvenientes a partir de los 16° C para superar el esfuerzo térmico. Un aumento del número de movimientos respiratorios se hace muy necesario por encima de los 22° C. En cambio, en el ganado cebú, este mecanismo se pone en funcionamiento pasados los 27° C y de allí aumenta rápidamente (Bavera, G. A. y H. A. Beguet. 2003). Los movimientos respiratorios aumentan en frecuencia hasta alcanzar un máximo (jadeo), para luego descender debido a la fatiga de los músculos intervinientes. Otro factor que revela la inadaptabilidad a las altas.

**CUADRO 8. LARGO DE PELO PROMEDIO DE HEMBRAS Y MACHOS
FLECKVIEH.**

Hembras	1.65	Largo
Machos	2.78	Muy largo

La longitud del pelo también es una característica adaptativa asociada a la capacidad termorreguladora del animal (Hammond et al., 1996; Olson et al., 2003, Dikmen et al., 2008). Los animales nativos de climas cálidos tienden a presentar pelo más corto que facilita la regulación de temperatura. En la raza Senepol (*Bos taurus* tropical), se reportó la presencia de un gen (e.g., slickhair gene) posicionado en el cromosoma 20 responsable de la herencia del pelo corto (Maria segaram et al., 2007)

Aunque la longitud del pelo puede ser afectada por la edad, época y nutrición (Carter & Dowling, 1954; Dowling, 1955; Ferreira et al., 2009), también se han reportado diferencias entre razas cebuínas (3,6 mm), Holstein (10 a 15 mm). (McDowell, 1974; Bertipaglia et al, 2005; Landaeta-Hernández et al., 2011).

En estudios realizados en Venezuela se evaluaron los largos de pelos de razas cebuínas, ganado de leche y ganado de carne donde se encontraron en las longitudes del pelo en el lomo y el cuello de los toros evaluados fueron significativas ($P < 0.05$). El toro Beef Master presentó la mayor longitud de pelo en el lomo con una diferencia de 4.50 mm (cuadro 1) con el de menor longitud, que fue el toro Brahman. Se encontró diferencia ($P < 0.05$) entre los Brahman y los F1

Holstein Rojo por Brahman

El número de glándulas sudoríparas, el tamaño y su forma están sujetos a variaciones de orden genético. En estudios iniciales australianos se reportó que los animales cebú tienen mayor densidad de glándulas sudoríparas que las razas europeas (Nay, 1956). En otro estudio brasileiro (Carvalho et al., 1995) hallaron diferencias en el tamaño y forma de las glándulas sudoríparas entre razas cebuínas y taurinas. Más recientemente, se observaron diferencias en el número, tamaño y forma de las glándulas sudoríparas en ganado Criollo Limonero (Landaeta-Hernández et al., 2011). Por otro lado, en ganado Gyrolando (Ferreira et al, 2009) se encontró que la distancia entre las glándulas sudoríparas y la superficie pareciera variar según la estación. En este estudio, se observó que las glándulas sudoríparas están localizadas de forma más superficial en la época cálida y su funcionalidad fue mayor en la medida que se ubicaron más superficialmente

Entre las medias reportadas del cuello hubo diferencia ($P < 0.05$) entre todos los toros, encontrándose una diferencia entre el toro Holstein que presentó la mayor longitud y el Brahman que presentó la menor de 13.9 mm.

Según estos estudios, los toros con mayor porcentaje de sangre cebuína presentan los menores valores de longitud de pelo tanto en el lomo como en el cuello. Las hijas de los toros Brahman Rojo y los encastes con más de 85% *Bos indicus* presentan el pelo más corto; mientras que las hijas que presentaron un porcentaje de sangre cebuína inferior a 43.75% presentaron las mayores longitudes de pelo del lomo y del cuello.

V. CONCLUSIONES

Del presente estudio se derivan las siguientes conclusiones:

- Los animales Fleckvieh machos sufren un mayor desequilibrio en sus constantes fisiológicas en comparación a las hembras, debido al estrés producido por el calor y la humedad como parte de los ajustes vitales para mantener la homeostasis, presentaron variaciones en todas las constantes al no ser animales aclimatados al trópico húmedo de Panamá.
- Los animales Fleckvieh presentan un largo de pelo superior al de los animales adaptados al trópico como los de la raza Brahman; siendo esta característica de gran importancia para las explotaciones ganaderas que se encuentran en el trópico húmedo, por la disipación calórica.
- Se observó una relación entre el sexo y la alteración en las constantes fisiológicas. Los animales machos presentan un mayor grado de estrés en comparación con los animales hembras debido a su mayor tamaño, grosor de piel y largo de pelo; por lo que se ven más estresados durante las horas de mayor temperatura del día.

VI. RECOMENDACIONES

Para sistemas de cría y ceba que se desarrollan en el territorio nacional, cuyo clima está definido como tropical húmedo y donde abundan condiciones de alta temperatura y variaciones de humedad durante todo el año, recomendamos:

- De acuerdo a las observaciones sobre las constantes fisiológicas de animales de la raza Fleckvieh se recomienda su utilización en un sistema de cruzamiento entre dos y tres razas terminales.
- Por ser una raza doble propósito se recomendarían estudios sobre su contribución genética (efectos heterócicos y raciales) en la producción y calidad de leche y carne.
- Realizar estudios genotipo-ambiente para Identificar las condiciones medioambientales donde el hato será explotado comercialmente en hatos doble propósito.
- Determinar valores de mejoramiento (breeding value) con el modelo animal de estos animales para estudios de selección que favorezca la producción de leche y carne de alta calidad
- Se deberían realizar más estudios sobre el pelaje en el trópico y relacionarlo con la reproducción y la producción en las ganaderías.

VII. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA Y DE REFERENCIA.

Araúz, E., Fuentes, A., y Mendez, N. (2015). Influencia del estrés calórico sobre la alteración biotérmica diurna y la producción de leche en vacas cruzadas (6/8 Bos Taurus x 2/8 Bosindicus), Pardo Suizo y Holstein, durante la época seca en el clima tropical húmedo. Actualidad Agropecuaria, 191, 10-20.

Bavera, G; Beguet, H. 2003. Termorregulación corporal y ambientación de cursos de Producción bovina de carne FAV UNRC. Consultado el 17 de octubre del 2015.
En. www.produccion-animal.com.ar o www.produccionbovina.com

Barreto, S; 2006. Diseño de calzado urbano. Consultado el 8 de noviembre del 2015.
En: [www.https://books.google.com.pa/books?id=ykG1RY3NeEkC&pg=PA69&lpg=PA69&dq=grosor+de+la+piel+en+bovinos&source=bl&ots=hyK8Vss0VT&sig=jtlq6_5EWWbPyNFAM-gz39WYDMw&hl=es&sa=X&ved=0CEUQ6AEwCGoVChMIjpjVvPGBByQIVR-UmCh16lAbV#v=onepage&q=grosor%20de%20la%20piel%20en%20bovinos&f=false](https://books.google.com.pa/books?id=ykG1RY3NeEkC&pg=PA69&lpg=PA69&dq=grosor+de+la+piel+en+bovinos&source=bl&ots=hyK8Vss0VT&sig=jtlq6_5EWWbPyNFAM-gz39WYDMw&hl=es&sa=X&ved=0CEUQ6AEwCGoVChMIjpjVvPGBByQIVR-UmCh16lAbV#v=onepage&q=grosor%20de%20la%20piel%20en%20bovinos&f=false)

Blaxter, K. 1989. Metabolismo energético de los rumiantes. Edición Acribia, Zaragoza.

Blaxter, K; Boyne, A. 1978. The estimation of nutritive value of feeds as energy source for ruminants and the derivation of feeding systems. J Agric. Sci (Camb.) 90: 47-68 p.

Bertipaglia ECA, Silva RG, Maia ASC. 2005. Fertility and hair coat characteristics of Holstein cows in a tropical environment. Anim Reprod 2: 187-194 p.

Bianca W. 1968. Thermoregulation. In: Hafez ES (ed). *Adaptation of Domestic Animals*. Lea & Febiger, Philadelphia, USA, Pp 97-118.

Bianca, W. 1963. Rectal temperature and respiratory rate as indicators of heat tolerance in cattle. Journal of agricultural Science. Vol. 60: 113-116 p.

Bueno-Ribeiro AR, Mello de Alencar M, Sena-Oliveira MC. 2001. Características do pelame de bovinos Nelore, Angus x Nelore, Senepol x Nelore. Rev Bras Zoot 30: 1939-1947 p.

Buestán, P. 2011. Fisiología del estrés y sus efectos sobre la reproducción de la hembra bovina. Consultado el 7 de marzo del 2016. En: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3044/1/mv182.pdf>

Burrow HM, Prayaga KC. 2004. Correlated responses in productive and adaptive traits and temperament following selection for growth and heat resistance in tropical beef cattle. *Livest Prod Sci* 86: 143-161.

Campos AS, Gomes da Silva R, Abaker EK, Ceron M. 2005. Genetic variations of the hair coat properties and the milk yield of Holstein cows managed under shade in a tropical environment. *Brazilian J. Vet. Res. and Anim. Sci.* 42:180-187 p.

Carter HB & Dowling DF. 1954. The hair follicle and apocrine gland population of cattle skin. *Australian Journal of Agricultural Research*, 5: 745-754.

Carvalho FA, Lammoglia MA, Simoes MJ, y Randel RD. 1995. Breed effects thermoregulation and epithelial morphology in imported and native cattle subjected to heat stress. *J. Anim. Sci.* 73: 3570-3573 p.

Cunningham, J. y Klein, B. 2009. Fisiología Veterinaria (en línea). Consultado el 5 de noviembre del 2015. Disponible en:
<https://books.google.com.pa/books?id=PJiEpK3brMC&printsec=frontcover&dq=inauthor:%22James+G.+Cunningham%22&hl=es&sa=X&ved=0CB4Q6AEwAGoVChMI0LrLhKf6yAIVwUImCh24zAtJ#v=onepage&q&f=false>

Desarrollo ganadero Las piedras. Consultado el 22 de febrero del 2015. En.
<http://www.simmental.com.mx/index.html>

De Alencar, N., I. 1989. Principios de conforto térmico na produção animal. Editora Icone.Coleção Brasil Agrícola. São Paulo, Brasil. 183p.

Dikmen S, Alava E, Pontes E, Fear JM, Dikmen BY, Olson TA, Hansen PJ. 2008. Differences in thermoregulatory ability between slick-haired and wildtype lactating Holstein cows in response to acute heat stress. J Dairy Sci 91: 3395-3402 p.

Dowling DF. 1955. The hair follicle and apocrine gland populations of Zebu (*B. indicus*) and Shorthorn (*B. taurus*) cattle skin. Aust J Agric Res 6:645-654 p.

Eckert, R.; Randall, D. y G. Augustine, 1990. Fisiología Animal. Mecanismos y Adaptaciones. Ed. Interamericana Mc Graw-Hill, 683 p.

Ferreira F, Campos WE, Carvalho AU, Pires MFA, Martinez ML, Silva MVGB, Verneque RS, Silva PF. 2009. Mundo Pecuário. La raza, el pelo y la piel en función del bienestar animal. Sweat rate and histological parameters of cattle submitted to heat stress. Arq Bras. Med Vet Zoot. 61:763-768 p.

Finch, V. 1986. Body temperature in beef cattle; its control and relevance to production in the tropics. Journal of Animal Science. Vol. 62: 531-542.

García, N. (2012). Mejoramiento genético para engorde de ganado vacuno.

Consultado el 09 de febrero, 2015. En:

<http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/018-a-ganado.pdf>

González, M. 2001. El estrés calórico y su repercusión endocrina y reproductiva en el ganado bovino de leche y carne en el trópico. Panamá: Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Dip. 2001.- (Maestría en Reproducción Animal). 10-45 p.

González L. 2015. Definición de vasodilatación. Consultado el 6 de noviembre del 2015. En <http://conceptodefinicion.de/vasodilatacion/>

Guerra, P., De Gracia, M., Quiel, R., De Gracia, M., Del Cid, I., 2004. Tolerancia térmica de animales

Cebú y sus cruces en sistema de ceba en pastoreo, en el bosque húmedo tropical. Gualaca, Panamá. 19992004. Revista Ciencia Agropecuaria. Nº 17:75-106.

Guerra, P., Bernal, J., De León, R., González, R., y Barrios J. (2009). Tolerancia térmica de novillos y novillas en pastoreo a las condiciones ambientales del trópico húmedo del sistema de cría y ceba. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.

Hammond AC, Olson TA, Chase, CC Jr, Browers EJ, Randel RD, Murphy CN, Vogt DW, Tewolde A. 1996. Heat tolerance in two tropical adapted *Bostaurus* breeds, Senepol and Romosinuano, compared with Brahman, Angus y Hereford cattle in Florida. J AnimSci 74: 295-303 p.

Jhonson, H. 1987. Bioclimates and livestock. In: Jhonson HD (ed). World Animal Science B5 Bioclimatology and the adaptation of Livestock, Elsevier Science Publisher B. V., Amsterdam, Netherlands, 3-16 p.

Izquierdo, N. 2007. Histología veterinaria del sistema tegumentario. Consultado el 6 de noviembre del 2015. En <http://www.monografias.com/trabajos46/sistema-tegumentario/sistema-tegumentario.shtml>.

Landaeta-Hernandez A, Zambrano-Nava S, Hernández- Fonseca JP, Godoy R, Cailles M, Iragorri JL, Añez L Polanco M, Montero Urdaneta M, Olson T. 2011. Variability of hair coat and skin traits as related to adaptation in CriolloLimonero cattle. TropAnimHealthProd 43:657-663.

Lloyd DH, Patel AP. 2008. Estructuras y funciones de la piel. Manual de dermatología en pequeños animales y exóticos. Capítulo 1. 1-13 p.

- Lopez, B. 2012. Es normal una temperatura corporal. Consultado el 7 de marzo del 2016. <http://salud.uncomo.com/articulo/es-normal-una-temperatura-corporal-35-4-35-5-35-6-6151.html>.
- Louns, N. 1993. Physiological Animal Ecology. Longman scientific and technical. Londres. 1-31 p.
- Madalena, f.e.; Teodoro, L.R.; Lemos, a.m. 1990. Evaluation of strategies for crossbreeding of dairy cattle in Brazil. Journal of dairy science. vol. 73:1887-1901.
- Mariasegaram M, Chase Jr CC, Chaparro JX, Olson TA, Brenneman RA, Niedz RP. 2007. The slick hair locus maps to chromosome 20 in Senepol-derived cattle. AnimGenet 38: 54-59 p.
- McDowell RE. 1974. Factores que influyen en la producción ganadera de climas cálidos. En: Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales. McDowell RE. (ed). Acribia, Zaragoza, España. 692 p.
- McEwan, J. 1967. Sudor y tipos de piel en el ganado vacuno. Consultado el 8 de noviembre del 2015. En: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/exterior/10sudor_y_tipos_de_piel.pdf

Montero-Urdaneta M, Zambrano-Nava S, Calles M, Ferrer JM, Fuenmayor-Morales C, Olson T, Landaeta- Hernández AJ. 2008. Efecto de la longitud del pelo sobre variables fisiológicas en hembras criollo.

Olson TA, Lucena C, Chase CC Jr, Hammond AC. 2003. La raza, el pelo y la piel en función del bienestar animal. 1-13 p.

Rodríguez, J. 2013. Fisiología humana y constantes fisiológicas. Consultado el 7 de marzo del 2016. En: <http://juan-fisiologia.blogspot.com/2012/09/fisiologia-humana-y-constante.html>

Riemerschmid, G. y Elder, J. 1947. Onderstepoort. J. vet. Sci. 20, 223 p. consultado el 8 de noviembre del 2015. En: https://books.google.com.pa/books?id=8gzLBAAQBAJ&pg=PA121&lpg=PA121&dq=Riemerschmid+y+Elder,+1945&source=bl&ots=sRvXWXEZXY&sig=WNBO S2yXuuuhiqYJmZCITFQrO2E&hl=es&sa=X&ved=0CBoQ6AEwAGoVChMI6_T1pleCyQIVxOcmCh3bkQA #v=onepage&q=Riemerschmid%20y%20Elder%2C%201945&f=false

Samudio, A., (2012). Niveles minerales en los pastos de las áreas ganaderas de Panamá. Universidad de Panamá.

Tippens, P. 1980. Física, conceptos y aplicaciones. Tercera edición. McGraw- Hill Company. New York, USA. 930 p.

Vargas, A., Guerra, M., y Ríos, R., (2011). Importancia del bovino criollo Panameño. Instituto de investigación agropecuaria de Panamá.

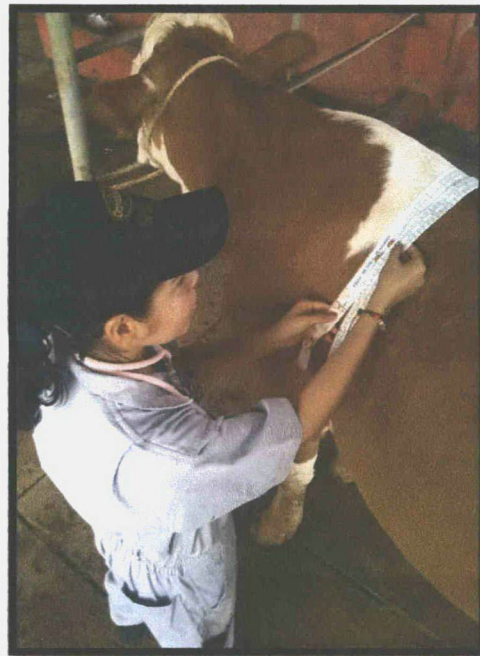
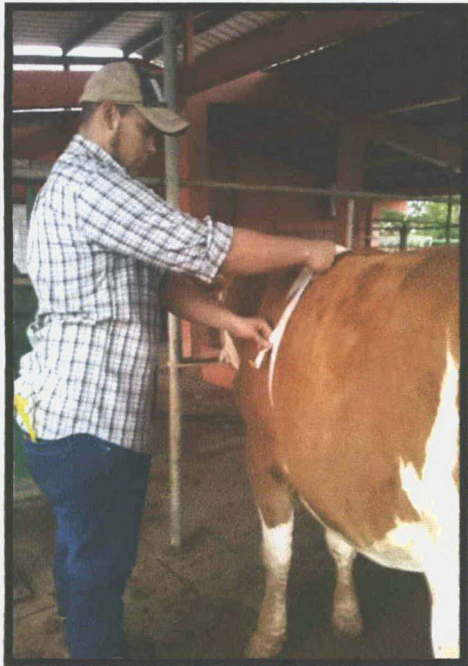
West, J. 1994. Interactions of energy and bovine somatropin with heat stress. Journal of Dairy Science. Vol. 77: 2091-2096 p.

Willmer, P; Stone, G; Johnston, I. 2000. Environmental physiology of animals: Temperature and its effects. Primera Edición. Blackwell Science Ltd. Maryland, USA. 192-245 p.

Wilson RT. 2009. Fit for purpose –the right animal in the right place. TropAnimHealthProd 41: 1081-1090.

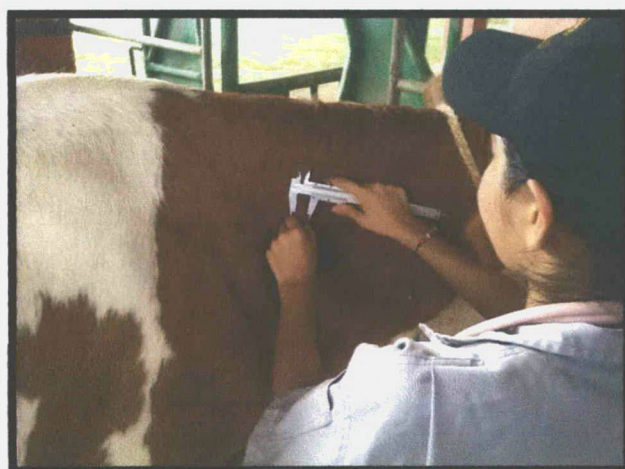
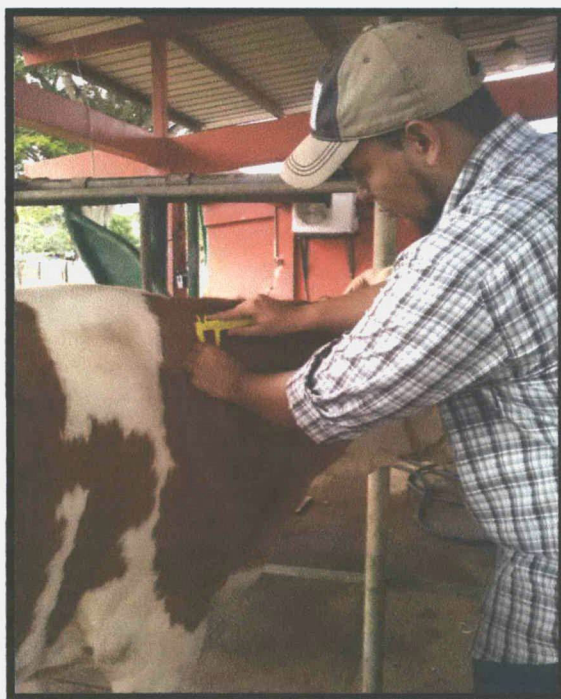
VIII. ANEXOS

ANEXO 1. PESAJE DE LOS ANIMALES UTILIZANDO UNA CINTA BOVINOMÉTRICA.



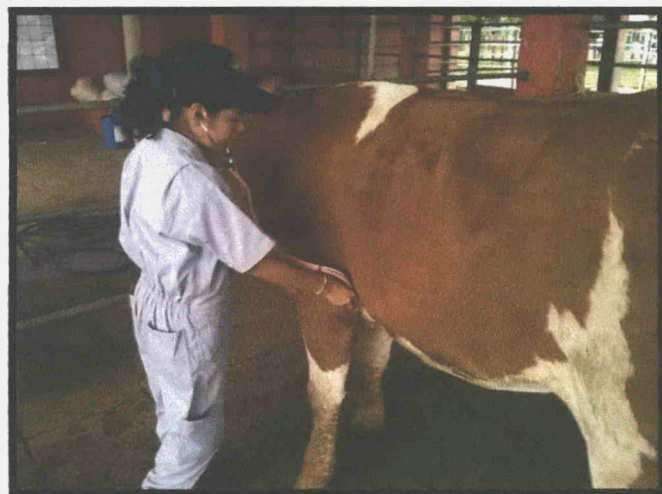
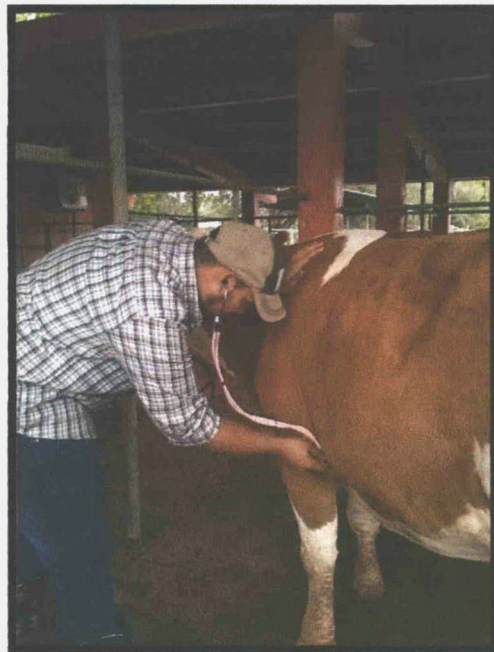
Fuente: García y Gómez, 2015.

ANEXO 2. GROSOR DE PIEL. SE UTILIZÓ PIE DE REY.



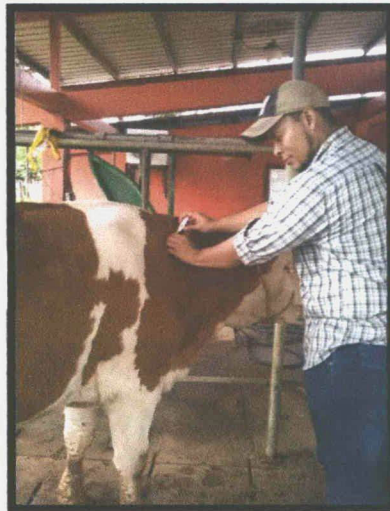
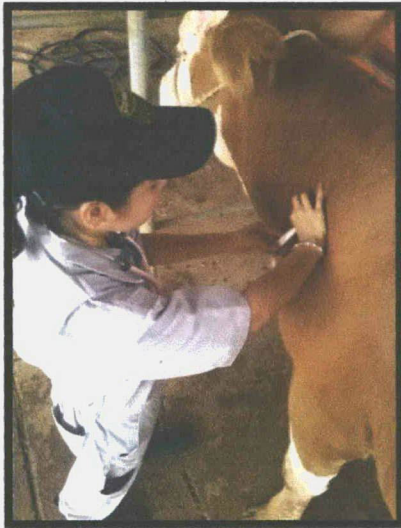
Fuente: García y Gómez, 2015

ANEXO 3. TOMA DE FRECUENCIA CARDIACA Y RESPIRATORIA. SE UTILIZÓ UN ESTETOSCOPIO.



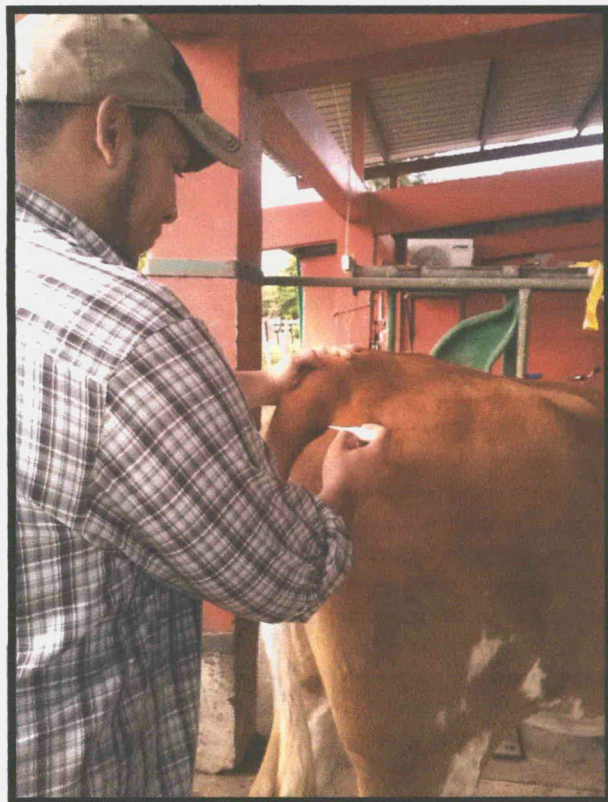
Fuente: García y Gómez, 2015.

ANEXO 4. TEMPERATURA TEGUMENTARIA. SE UTILIZÓ UN TERMÓMETRO DIGITAL.



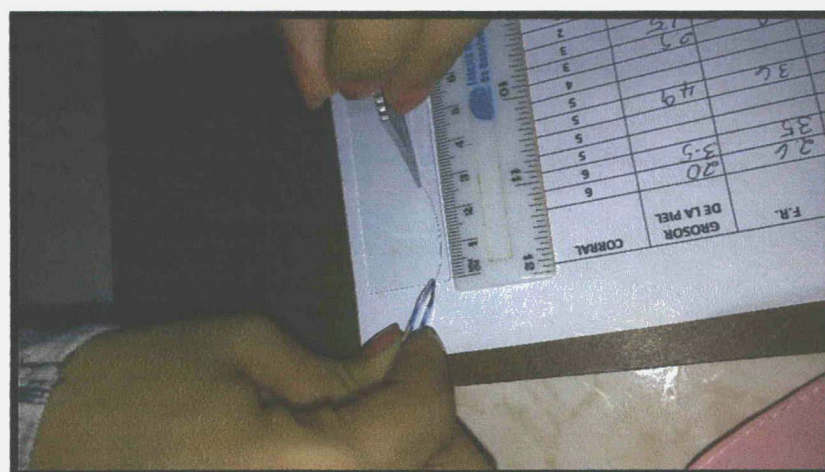
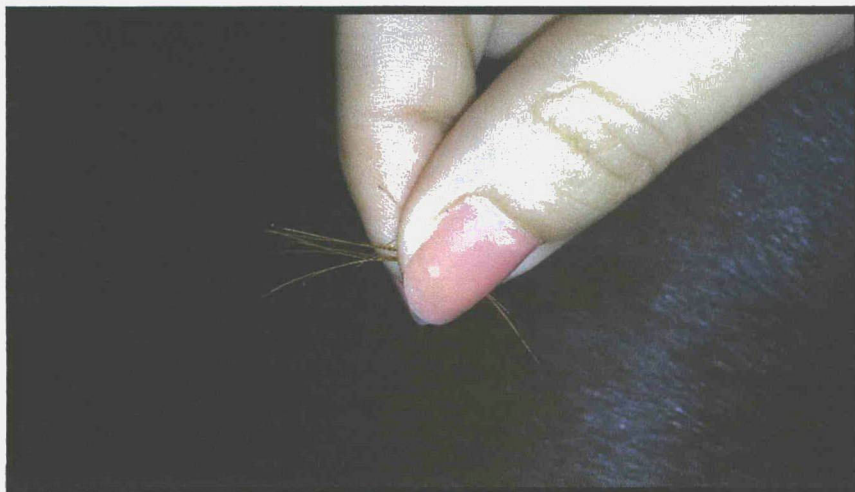
Fuente: García y Gómez, 2015.

ANEXO 5. TEMPERATURA RECTAL. TERMÓMETRO DIGITAL.



Fuente: García y Gómez, 2015.

ANEXO 6. LARGO DE PELO



Fuente: García y Gómez, 2015.